

МИНИСТЕРСТВО НА РЕГИОНАЛНОТО РАЗВИТИЕ И БЛАГОУСТРОЙСТВОТО

НАРЕДБА

№ РД-02-20-3 от 9.11.2022 г.

ЗА ТЕХНИЧЕСКИТЕ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИ

В сила от 18.11.2022 г.

Издадена от министъра на регионалното развитие и благоустройството

Обн. ДВ. бр.92 от 18 ноември 2022 г., изм. и доп. ДВ. бр.3 от 10 януари 2023 г., изм. и доп. ДВ. бр.18 от 1 март 2024 г.

Глава първа

ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Чл. 1. С наредбата се определят:

1. показателите на енергийните характеристики (ЕРВ показатели) и изискванията към енергийните характеристики на сградите;
2. националната изчислителна методика за оценка на енергийните характеристики на сградите;
3. 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;
4. изискванията за енергийна ефективност към инвестиционните проекти на сгради.

Чл. 2. (1) Наредбата се прилага при:

1. проектиране на нови жилищни сгради и нови сгради за обществено обслужване;
2. проектиране, свързано с постигане на изискванията за енергийна ефективност при основно обновяване, основни ремонти, преустройства, реконструкции, надстрояване и пристрояване на съществуващи сгради;
3. оценяване на съответствието на инвестиционни проекти с изискванията за енергийна ефективност на сградите;
4. обследване и сертифициране за енергийна ефективност на сгради съгласно изискванията, определени в Закона за енергийната ефективност (ЗЕЕ);
5. (изм. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) 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;

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

(2) Наредбата може да се прилага за постигане на частични енергийни характеристики на сгради, които не подлежат на сертифициране по чл. 32, ал. 5 от ЗЕЕ и по чл. 38, ал. 1 от ЗЕЕ, когато това е предвидено със заданието за проектиране или по желание на възложителя.

(3) Наредбата не се прилага за:

1. спомагателни, стопански, обслужващи и второстепенни постройки на допълващото застрояване по смисъла на чл. 20, ал. 3 от Закона за устройство на територията (ЗУТ);

2. 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.

Чл. 3. (1) Енергийните характеристики на сгради се изчисляват с цел:

1. определяне на нивото на потребление на енергия и съответстващия му клас по скалата на класовете за енергопотребление вкл. за издаване на сертификати за енергийни характеристики на сгради;

2. оценяване на съответствието на инвестиционни проекти на сгради с изискванията към енергийните характеристики;

3. оценка на постигнатите енергийни спестявания в сгради.

(2) обект на оценка на енергийните характеристики могат да бъдат самостоятелна сграда, блок-секции в сграда или обособена част от сграда, както е определена в ЗЕЕ.

Чл. 4. Наредбата се прилага едновременно нормативните актове за изпълнение на изискванията по чл. 169, ал. 1 от ЗУТ, вкл. други специфични изисквания към сгради, определени съгласно нормативен акт.

Чл. 5. (1) Енергийните характеристики на сградите в България се оценяват по единна национална изчислителна методика съгласно приложение № 1 от наредбата.

(2) Методиката от приложение № 1 се прилага задължително за всички сгради, които подлежат на сертифициране за енергийна ефективност съгласно ЗЕЕ.

(3) Методиката от приложение № 1 може да се прилага за производствени сгради, които не подлежат на сертифициране за енергийна ефективност, но за които в нормативен акт, в задание за проектиране и/или поради условия на технологичния режим, се изисква поддържане на микроклимат с определени параметри (производствени сгради, които са част от промишлена система). В тези случаи методиката се прилага при условие, че входните данни, както и специфичните проектни или експлоатационни условия не противоречат на граничните условия на изчислителния метод и не оказват влияние върху точността на метода.

Чл. 6. Нормативните параметри на микроклимата в сградите, правилата и изискванията към техническите системи, които ги осигуряват и поддържат се приемат съгласно изискванията на тази наредба, Наредба № 15 от 2005 г. за технически правила и

нормативи за проектиране, изграждане и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинна енергия и други наредби, които определят специфични изисквания за проектиране на сгради в зависимост от тяхното предназначение.

Чл. 7. При оценката на енергийните характеристики на сградите се предвиждат строителни продукти, които отговарят на изискванията на хармонизираните технически спецификации от обхвата на Регламент (ЕС) № 305/2011 на Европейския парламент и на Съвета от 9 март 2011 г. за определяне на хармонизирани условия за предлагането на пазара на строителни продукти и за отмяна на Директива 89/106/ЕИО (ОВ L 88, 4.4.2011 г.) и Наредба № РД-02-20-1 от 2015 г. за условията и реда за влягане на строителни продукти в строежите на Република България (обн., ДВ, бр. 14 от 2015 г.)

Глава втора

ОБЩИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИТЕ. СКАЛА С КЛАСОВЕ НА ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ. НОРМИ И ПРАВИЛА ЗА ПОСТИГАНЕ НА СЪОТВЕТСТВИЕ

Раздел I

Показатели на енергийни характеристики на сградите

Чл. 8. Показателите на енергийните характеристики на сградите се изчисляват или измерват като количествени числови стойности, характеризиращи енергийно преобразуване или потребление на енергия.

Чл. 9. В зависимост от характера на оценката за енергийно потребление показателите на енергийните характеристики на сградите биват частични и общи и се класифицират в три основни групи:

1. 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 през прозорците (U , W/m^2K);
- в) коефициент на топлопреминаване през покрива (U , W/m^2K);
- г) коефициент на топлопреминаване през пода (U , W/m^2K);
- д) коефициент на полезно действие на генератора на топлина и/или студ (η , %);
- 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 охлаждаания обем на сградата (η , %);

2. 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/m^2);
- н) специфично потребление на енергия за охлаждане (kWh/m^2);
- о) топлинна мощност на системата за вентилация (kW);
- п) годишен разход на енергия за вентилация (kWh);
- р) специфично потребление на енергия за вентилация (kWh/m^2);
- 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/m^2);

3. група 3 – общи показатели, характеризиращи енергопотреблението на сградата като цяло (общи 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/m^2);
- 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/m^2);
- д) обща специфична електрическа мощност за уреди потребяващи енергия (W/m^2);
- 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/m^2);
- з) общо годишно потребление на енергия за отопление и вентилация ($Wh/m^3 \cdot DD$).

Чл. 10. (1) В зависимост от начина на определянето им показателите на енергийни характеристики са:

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

2. измерени – базирани на измерени енергийни характеристики.

(2) 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.

Раздел II.

Енергийни характеристики на сгради и начини на изразяване. Интегриран подход към енергийното потребление на сградата

Чл. 11. (1) 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.

(2) 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.

(3) Енергийните характеристики се оценяват на цялата сграда или на отделни части от нея, които имат различно предназначение. При оценката на енергийните характеристики се спазват условията за сертифициране на цяла сграда или на части от сградата, така както са определени в ЗЕЕ.

Чл. 12. (1) При прилагане на интегриран подход в оценката на енергийните характеристики, всяка сграда се разглежда като многосвързана интегрирана система, която консумира енергия. 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, термпомпи 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.

Чл. 13. 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:

$EP = P$, където

P е показател, определен по чл. 9;

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

$EP = \{P_j, j = 1, 2, \dots, m\}$, където:

P_j е j-тият показател, определен по чл. 9;

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/m²год.):

$EP = \{P_i, i = 1, 2\}$, където

P_i е показател по чл. 9, т. 3, подточка „е“ или подточка „ж“.

Чл. 14. Общата (интегрирана) енергийна характеристика може да се определи като потребна (доставена) енергия и/или като първична енергия за сградата.

Чл. 15. (1) Стойността на енергийната характеристика като потребна енергия се определя на две нива като нетна и като брутна потребна енергия в зависимост от границите на енергийния баланс на сградата, съгласно приложение № 1.

(2) Брутната потребна енергия на сграда има екологичен еквивалент, който се определя съгласно формула 3 в част трета от Приложение № 1.

Чл. 16. 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 формула 4 в част трета от Приложение № 1.

Раздел III

Правила за изработване на скала на класовете на енергопотребление

Чл. 17. (1) 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.

(2) Скалата на класовете на енергопотребление по ал. 1 се разработва въз основа на научно изследване в съответствие с изискванията на методологичната рамка на Делегиран регламент (ЕС) № 244/2012 на Комисията от 2012 г. за допълване на Директива 2010/31/ЕС относно енергийните характеристики на сградите чрез създаване на сравнителна методологична рамка за изчисляване на равнищата на оптимални разходи във връзка с минималните изисквания за енергийните характеристики на сградите и сградните компоненти (ОВ, L 81/18 от 21 март 2012 г.), включително в съответствие с БДС EN ISO 52003-1 „Енергийни характеристики на сгради. Показатели, изисквания, класификация и сертификати. Част 1: „Основни аспекти и приложение на цялостните енергийни характеристики“.

(3) Принадлежността на сградата към съответния клас на енергопотребление се установява чрез сравнение на стойността на общата (интегрирана) енергийна характеристика на сградата с числовите стойности на границите на класовете съгласно условието:

$$EP_{min} \leq EP < EP_{max}$$

където: EP_{min} и EP_{max} са съответно минималната и максималната числова стойност на границите за съответния клас на енергопотребление;

EP – общата (интегрирана) енергийна характеристика – "специфично годишно потребление на енергия" (kWh/m^2 год.) на сградата.

(4) Границите на класовете на енергопотребление се определят по правилата в БДС EN ISO 52003-1 на базата на две референтни точки $R_{s,ref}$ и $R_{r,ref}$ определени по метода на оптималните разходи съгласно методологичната рамка на Делегиран регламент (ЕС) № 244/2012, съгласно условията в таблица 1:

Таблица 1

Клас	Словесно изразение на постигната енергийна ефективност	Определяне на границите $EP_{min} \leq EP < EP_{max}$
A	Много добра енергийна ефективност – сграда с много добри енергийни характеристики	$EP < 0,5.R_{r,ref}$
B	Сграда с добри енергийни характеристики – добра енергийна ефективност	$0,5.R_{r,ref} \leq EP < R_{r,ref}$
C	Средна (по ниво) енергийна ефективност – сграда със задоволителни енергийни характеристики	$R_{r,ref} \leq EP < 0,5.(R_{r,ref} + R_{s,ref})$
D	Подобрена енергийна ефективност – сграда с незадоволителна енергийна ефективност	$0,5.(R_{r,ref} + R_{s,ref}) \leq EP < R_{s,ref}$
E	Лоша енергийна ефективност – сграда с лоши енергийни характеристики	$R_{s,ref} \leq EP < 1,25.R_{s,ref}$
F	Най-лоша енергийна ефективност – сграда с най-лоши енергийни характеристики	$1,25.R_{s,ref} \leq EP < 1,5.R_{s,ref}$
G		$1,5.R_{s,ref} \leq EP$

(5) Скалата на класовете на енергопотребление за видовете категории сгради, за които границите на класовете са нормативно определени по методологичната рамка на Делегиран регламент (ЕС) № 244/2012, е регламентирана в приложение № 2.

(6) За целите на изчисленията за определяне на общата/интегрирана енергийна характеристика "специфично годишно потребление на първична енергия" (kWh/m²год.) и определянето на класа на енергопотребление по скалата от ал. 5 сградите се класифицират в следните категории:

1. жилищни сгради:

- а) еднофамилни жилищни сгради (еднофамилни къщи);
- б) многофамилни жилищни сгради (жилищни блокове);

2. нежилищни сгради - сгради за обществено обслужване:

- а) административни сгради (офиси);
- б) сгради за образование и наука – училища, университети, детски градини и детски ясли;
- в) сгради в областта на здравеопазването: лечебни заведения за болнична помощ (всички видове болници), лечебни заведения за извънболнична помощ, медицински центрове;
- г) сгради в областта на хотелиерството, ресторантьорството и общественото хранене;
- д) сгради в областта на търговията (сгради за търговски услуги на едро и дребно);
- е) сгради за спорт;
- ж) други видове сгради, потребители на енергия - сгради в областта на културата и изкуствата.

(7) 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, както следва:

1. $EP_{max,g}$ е индивидуална дясна граница на конкретна сграда – общата (интегрирана) енергийна характеристика "специфично годишно потребление на първична енергия" в $kWh/m^2.год.$, изчислена по методиката от приложение №1 със стойностите на енергийните характеристики на елементите на конструкцията и ефективностите на техническите сградни инсталации по действащите технически норми в приложимите нормативни актове към момента на извършване на изчисленията;

2. $EP_{min,s}$ е индивидуална лява граница на конкретна сграда – общата (интегрирана) енергийна характеристика "специфично годишно потребление на първична енергия" в $kWh/m^2.год.$, изчислена по методиката от приложение №1 със стойностите на енергийните характеристики на елементите на конструкцията към момента на проектиране на сградата при първоначалното ѝ изграждане и въвеждане в експлоатация. В този случай ефективностите на генераторите на топлина или студ на техническите сградни инсталации за отопление, вентилация, охлаждане и гореща вода за битови нужди се приемат с проектните им стойности към момента на проектиране на сградата при първоначалното ѝ изграждане и въвеждане в експлоатация. Когато не е налична проектна документация, от където да се извлече необходимата информация за целите на конкретното изчисление, ефективностите се приемат с референтни стойности, както следва:

а) за котли с изгаряне на течно гориво	$\eta = 86 \%$;
б) за котли с изгаряне на природен газ	$\eta = 92 \%$;
в) за котли с изгаряне на въглища	$\eta = 65 \%$;
г) за котли с изгаряне на биомаса	$\eta = 85 \%$;
д) за електрически котли	$\eta = 100 \%$;
е) газови отоплителни уреди	$\eta = 75 \%$;
ж) отоплителни уреди на твърдо гориво	$\eta = 55 \%$;
з) термопомпи с функция за отопление от типа „въздух–въздух“	$SCOP = 2,6$;
и) термопомпи с функция за отопление от типа „въздух–вода“	$SCOP = 2,2$;
й) термопомпи с функция за отопление от типа „вода–вода“	$SCOP = 3,5$;
к) електрически отоплителни уреди	$\eta = 100 \%$;
л) централизирано отопление с абонатна станция	$\eta = 100 \%$;
м) система за охлаждане	$SEER=2,2$.

(8) Първичната енергия, съответстваща на $EP_{min,s}$ и $EP_{max,g}$ както и за всяко друго състояние на енергийния баланс на сградата се изчислява съгласно част трета от приложение № 1 на наредбата.

(9) Постигнатата енергийна ефективност на нови сгради, чието предназначение не попада в категориите сгради със скала с регламентирани числови граници на класовете се оценява по индивидуална скала, чиито граници се определят съгласно действащите

технически изисквания.

Раздел IV

Показатели за изразяване и постигане на съответствие с техническите изискванията за енергийна ефективност на сградите

Чл. 18. (1) Техническото изискване към енергийните характеристики се изразява със стойността на общата (интегрирана) енергийна характеристика на сградата „специфично годишно потребление на първична енергия (kWh/m²год.), към което с наредбата се определя минимално ниво, по скалата на класовете на енергопотребление от приложение 2, което трябва да бъде постигнато.

(2) Общата (интегрирана) енергийна характеристика на сградата по ал. 1 включва годишното потребление на енергия за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода за битови нужди, осветление и уреди, консумиращи енергия, отнесен към един квадратен метър от общата климатизирана площ на сградата ($A_{\text{клим.}}, \text{m}^2$). Интегрираната енергийна характеристика на сградата „специфично годишно потребление на първична енергия (kWh/m²год.) се удостоверява със сертификата за енергийни характеристики, регламентиран за нови и за съществуващи сгради в ЗЕЕ.

(3) Стойността на общата (интегрирана) енергийна характеристика на нова сграда – „специфично годишно потребление на първична енергия (kWh/m²год.), се изчислява по методиката съгласно приложение № 1 въз основа на проектните данни и условия, приети в етапа на проектиране на сградата вкл. режимните и техническите характеристики на предвидените за изпълнение сградни технически системи.

(4) Стойността на общата (интегрирана) енергийна характеристика на съществуваща сграда – „специфично годишно потребление на първична енергия (kWh/m²год.) се изчислява в процеса на обследване за енергийна ефективност, както и за доказване на постигнатите енергийни спестявания след изпълнени енергоспестяващи мерки в съществуваща сграда по реда на Наредба № Е-РД-04-3 от 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 (ДВ, бр. 38 от 2016 г.). Изчисленията се извършват по методиката съгласно приложение № 1 при спазване изискванията на Наредба № Е-РД-04-2 от 16.12.2022 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради (ДВ, бр. 102 от 2022 г.).

(5) При обследване за енергийна ефективност на съществуваща сграда се изготвя технико-икономическа оценка за ефективност на разходите, необходими за изпълнение на мерките за повишаване на енергийната ефективност на сградата. Оценката включва групиране/комбиниране на мерките за енергоспестяване в пакети, които могат да послужат за планиране на инвестициите.

(6) Технико-икономическата оценка по ал. 5 определя индикативни финансови разходи и се извършва по съотношението „разходи-ползи“ съгласно приложение № 8 за повече от един пакет енергоспестяващи мерки, като задължително се извършва оценка на пакет за постигане на близко до нулево енергопотребление на сградата, при условие, че за този пакет не е установена техническа и/или функционална неосъществимост.

Чл. 19. Техническото изискване към енергийните характеристики се изразява с

показателя „обобщен коефициент на топлопреминаване“ ($U_{об.}, W/m^2K$) през ограждащите елементи на конструкцията на сградата в следните случаи:

1. за производствени сгради;
2. за нови сгради, проектирани на фаза идеен проект, които не са производствени.

Чл. 20. (1) Техническото изискване към енергийните характеристики се изразява с техническия показател „коефициент на топлопреминаване“ ($U, W/m^2K$) през ограждащите елементи на сградата и стойностите му през елементите на конструкцията не могат да бъдат по-големи от определените в табл. 2 и табл. 4:

1. при надстрояване и/или пристрояване на съществуващи сгради, при които ограждащите елементи на надстроената или пристроената част обхващат до 25 на сто включително от площта на ограждащите елементи на съществуващата сграда преди надстрояването и/или пристрояването ѝ. Изискването се прилага само в случаите, в които надстроената и/или пристроената част е със същото предназначение, както съществуващата сграда.

2. при реконструкция, ремонт или преустройство на самостоятелни обекти или отделни помещения в тях, намиращи се в обема на съществуваща сграда, когато са изпълнени едновременно следните условия:

а) строителните и монтажни работи обхващат до 25 на сто включително от площта на външните ограждащи елементи на съществуващата сграда;

б) не се променя предназначението на обхванатите от СМР реконструирани/ремонтирани/преустроени помещения или предназначението им се променя, но климатизираният им обем е по-малък от 10 на сто от общия климатизиран обем на сградата, в която се намират.

(2) В случаите по ал. 1, т. 1 коефициентите на топлопреминаване се изчисляват само за пристройката и/или надстройката с геометричните характеристики на пристроената и/или достроената част. В случаите по ал. 1, т. 2 коефициентите на топлопреминаване се изчисляват само за реконструираните/ремонтираните/преустроените помещения и с техните геометрични характеристики.

(3) Когато пристройката и/или надстройката по ал. 1, т. 1, както и обектите по ал. 1, т. 2 се предвиждат с различно предназначение от това на съществуващата сграда и е изпълнено условието на чл. 37, ал. 3 от ЗЕЕ, се прилага техническото изискване по чл. 18 от наредбата.

Чл. 21. (1) Изискванията за енергийна ефективност към сградите са следните:

1. Всички нови сгради от съответната категория в приложение № 2 се проектират с близко до нулево потребление на енергия съгласно определението в § 1, т. 28 от допълнителните разпоредби на ЗЕЕ.

2. Съществуващи сгради от съответната категория в приложение № 2, които са заети от публични органи, трябва да имат потребление на първична енергия най-малко в съответствие с клас „В“ съгласно изискванията на тази наредба.“

3. Всички съществуващи сгради от съответната категория в приложение № 2, които не са заети от публични органи, трябва да имат потребление на първична енергия най-малко в клас „В“ съгласно изискванията на тази наредба. 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“

(2) При обследване за енергийна ефективност на сградите по ал. 1 задължително се предлага пакет от енергоспестяващи мерки, след изпълнението на който сградата достига съответствие с изискването за близко до нулево потребление на енергия съгласно определението в § 1, т. 28 от допълнителните разпоредби на ЗЕЕ. Оценката на пакета се извършва по методиката от приложение № 1.

(3) Пакетът по ал. 2 се изпълнява приоритетно, 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.

Глава трета

СПЕЦИФИЧНИ ТЕХНИЧЕСКИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА ЕНЕРГИЙНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ОЦЕНКА НА ГОДИШНОТО ПОТРЕБЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯ НА НОВИ И СЪЩЕСТВУВАЩИ СГРАДИ

Раздел I.

Специфични изисквания към показатели за енергийните характеристики характеризиращи енергопреобразуващите и енергопреносните свойства на елементите на конструкцията

Чл. 22. (1) Коефициентите на топлопреминаване през елементите на конструкцията (U , W/m^2K) характеризират топлинните характеристики на структурата на сградата и се определят като идентификатори на входни данни в изчисленията на стационарната част на топлопренасянето в енергийния баланс на сградата.

(2) Коефициентите на топлопреминаване през елементите на конструкцията (U , W/m^2K) се изчисляват до външен въздух по методите съгласно приложение № 1 и приложимите стандарти, както следва:

1. през стени, граничещи с външния въздух и през стени на границата между отоплявано и неотоплявано помещение съгласно БДС EN ISO 6946 „Компоненти на сгради и елементи на сгради. Топлинно съпротивление и коефициент на топлопреминаване. Методи за изчисление;

2. през конструкции на покриви съгласно метода от приложение № 1;

3. през подови конструкции в топлинен контакт със земната основа съгласно метода в част четвърта от приложение № 1 в съответствие с БДС EN ISO 13370 „Топлинни характеристики на сгради. Теплопренасяне през земната основа методи за изчисление“;

4. през линейни топлинни мостове, които се появяват във връзките между елементите на сградите съгласно БДС EN ISO 14683 „Топлинни мостове в конструкции на сгради коефициент на линейно топлопреминаване. Опростени методи и стойности по подразбиране“;

5. през прозорци и врати – съгласно БДС EN ISO 10077-1 „Топлинни характеристики на прозорци, врати и капаци. Изчисляване на коефициента на

топлопреминаване. Част 1: Общи положения“.

Чл. 23. (1) (Доп. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) Коефициентите на топлопреминаване (U , W/m^2K) през плътни елементи на конструкцията на сграда не могат да бъдат по-високи от посочените в таблица 2.

Таблица 2

Нормативни изисквания към коефициентите на топлопреминаване U , W/m^2K през плътни елементи на конструкциите на сгради				
№	Елементи на конструкцията	U , W/m^2K	U , W/m^2K	Система за размери
1	2	3	4	5
	Вид	за сгради със среднообемна вътрешна температура $\theta_i \geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$	за сгради със среднообемна вътрешна температура $\theta_i < 15 \text{ }^\circ\text{C}$	Избор на национално ниво съгласно БДС EN ISO 13789
1.	Стени			
1.1	Външни стени монолитни, многослойни, граничещи с външен въздух	$U_w \leq 0,26 (0,30)$	$U_w \leq 0,31(0,35)$	Външни
1.2	Външни стени, леки многослойни конструкции, граничещи с външен въздух, на сглобяеми къщи, производствени сгради или др. сгради	$U_w \leq 0,30$	$U_w \leq 0,33$	Външни
1.3	Вътрешни стени отделящи отопляемо от неотопляемо пространство, когато разликата между среднообемната температура на пространствата е равна или по-голяма от $5 \text{ }^\circ\text{C}$	$U_w \leq 0,50$	$U_w \leq 0,50$	Външни
1.4	Стени, таван или под, граничещи с външен въздух или със земята, при вградено площно отопление	$U_w \leq 0,35$	$U_w \leq 0,35$	Външни
1.5	Елементи на конструкцията от стоманобетон	$U_w \leq 0,45$	$U_w \leq 0,45$	Външни
2.	Покрив			
2.1	Плосък покрив без въздушен слой или с въздушен слой с дебелина $\delta \leq 0,30 \text{ m}$, над отопляемо	$U_r \leq 0,25$	$U_r \leq 0,28$	Външни

Нормативни изисквания към коефициентите на топлопреминаване U , W/m^2K през плътни елементи на конструкциите на сгради				
№	Елементи на конструкцията	U , W/m^2K	U , W/m^2K	Система за размери
1	2	3	4	5
	Вид	за сгради със среднообемна вътрешна температура $\theta_i \geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$	за сгради със среднообемна вътрешна температура $\theta_i < 15 \text{ }^\circ\text{C}$	Избор на национално ниво съгласно БДС EN ISO 13789
	пространство			
2.2	Скатен или наклонен покрив с отопляемо под-покривно пространство	$U_r \leq 0,25$	$U_r \leq 0,28$	Външни
3.	Под			
3.1	Под на отопляемо пространство, граничещ с външен въздух, под над проходи или над други открити пространства, и еркери	$U_{f,air} \leq 0,25$	$U_{f,air} \leq 0,31$	Външни

Забележка: Стойностите в скоби в таблица 2 се прилагат за елементи на конструкцията или части от тях, за които има завишени изисквания към класовете по реакция на огън на продуктите за топлоизолация (клас А1 и клас А2) съгласно Наредба № Из-1971 от 29 октомври 2009 г. за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар.

(2) (Доп. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) Коефициентите в таблица 2 са нормативни коефициенти на топлопреминаване. Когато ограждащи елементи на конструкцията включват участъци с различни топлофизични характеристики се изчислява обобщен коефициент на топлопреминаване, който не може да бъде по-голям от обобщения коефициент, изчислен с нормативните коефициенти в таблица 2.

(3) Коефициентите на топлопреминаване през подови и покривни конструкции на сгради се изчисляват до външен въздух за всяка конкретна сграда по методите от глава четвърта и шеста на приложение № 1. Термичните съпротивления R , m^2K/W на характерни елементи на конструкцията на сгради, както са описани по вид в таблица 3, се изчисляват за конкретната сграда, както следва:

1. на нова сграда – по проектни данни за структурата на елементите;
2. на съществуваща сграда – по данни от заснемане към момента на оценката и/или от налични строителни книжа на сградата, които изясняват структурата на елементите.

(4) За осигуряване на съответствие с нормативните изисквания по ал. 1 към коефициентите на топлопреминаване през подови и покривни конструкции на сгради се допуска изчисленията да се извършват с референтни стойности на термичните съпротивления

на характерни елементи на конструкциите, както са определени в таблица 3.

Таблица 3

Референтни стойности на термичните съпротивления R , m^2K/W на характерни елементи на конструкцията на сгради				
№	Елементи на конструкцията	R , m^2K/W	R , m^2K/W	Система за размери
1	2	3	4	5
	Вид	За сгради със среднообемна вътрешна температура $\theta_i \geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$	За сгради със среднообемна вътрешна температура $\theta_i < 15 \text{ }^\circ\text{C}$	Избор на национално ниво съгласно БДС EN ISO 13789
1.	Външни стени на отопляем подземен етаж, граничещи със земята	$R_{wg;b} = 2,05$	$R_{wg;b} = 1,85$	Външни
2.	Подова плоча, граничеща със земната основа, без подземен етаж	$R_{f;sog} = 2,01$	$R_{f;sog} = 1,81$	Външни
3.	Подова плоча на отопляем подземен етаж, граничеща със земната основа	$R_{fg;b} = 2,29$	$R_{fg;b} = 2,06$	Външни
4.	Подова плоча над неотопляем подземен етаж	$R_{f;sus} = 1,66$	$R_{f;sus} = 1,5$	Външни
5.	Таванска плоча на неотопляем плосък покрив или на неотопляем скатен/наклонен покрив с въздушен слой с дебелина $\delta > 0,30 \text{ m}$	$R_{r;ct} = 3,13$	$R_{r;ct} = 2,82$	Външни

Чл. 24. (1) Коефициентите на топлопреминаване (U , W/m^2K) през прозрачни елементи на конструкцията на сграда не могат да бъдат по-високи от посочените в таблица 4.

Таблица 4

Нормативни изисквания към коефициентите на топлопреминаване U , W/m^2K през прозорци и врати, предназначени за сгради		
№	Вид на сглобения елемент - завършена прозоречна система	U_{win} , W/m^2K
1	2	3
1.	Външни прозорци (фасадни и покривни), външни остъклени врати и витрини, с двоен стъклопакет, с крила на вертикална и	$U_{win} \leq 1,4$ (1,5)

Нормативни изисквания към коефициентите на топлопреминаване U , W/m^2K през прозорци и врати, предназначени за сгради		
№	Вид на сглобения елемент - завършена прозоречна система	U_{win} , W/m^2K
1	2	3
	хоризонтална ос на въртене или неотваряеми, с рамка от екструдирани поливинилхлорид (PVC) или от дърво	
2.	Външни прозорци (фасадни и покривни), външни остъклени врати и витрини с троен стъклопакет, с крила на вертикална и хоризонтална ос на въртене или неотваряеми, с рамка от екструдирани поливинилхлорид (PVC) или от дърво	$U_{win} \leq 1,1$ (1,3)
3.	Външни прозорци, остъклени врати и витрини, с двоен стъклопакет, с крила на вертикална и хоризонтална ос на въртене или неотваряеми, с рамка от алуминий с прекъснат топлинен мост	$U_{win} \leq 1,7$
4.	Окачени фасади с двоен стъклопакет/окачени фасади с повишени изисквания	$U_{cw} \leq 1,6$ (1,8)
5.	Непрозрачна врата, плътна, граничеща с неотопляемо пространство	$U_{d,e} \leq 2,5$
6.	Външна врата, плътна, граничеща с външен въздух	$U_{d,e} \leq 2,0$

Забележка: Стойностите в скоби в таблица 3 се прилагат за прозорци и остъклени врати от съответния вид с рамка от дърво.

(2) Коефициентите в таблица 4 са нормативни коефициенти на топлопреминаване.

(3) Засенчването от слънчево греене се изчислява съгласно част пета от приложение № 1.

Чл. 25. (1) Коефициентите на топлопреминаване през елементите на конструкцията се изчисляват чрез коефициентите на топлопроводност на строителните продукти и материали вложени или предвидени за влагане в дадена сграда, като се взимат под внимание и други топлофизични характеристики на продуктите и материалите, които оказват влияние върху топлопреносните процеси.

(2) Теплофизичните характеристики на строителните продукти и материали, необходими за изчисленията на топлопреносните процеси през елементите на конструкцията се избират от приложение № 4 или от техническите спецификации на производителите им.

(3) Коефициентите на топлопреминаване през елементите на конструкцията се изчисляват с експлоатационни коефициенти на топлопроводност на продукти за топлинна изолация, които се отчитат по един от следните начини:

1. по декларирани стойности λ_d ($W/m.K$), удостоверени по реда на Наредба № РД-02-20-1 от 2015 г. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите на

Република България (ДВ, бр. 14 от 2015 г.);

2. по типични стойности, избрани съгласно приложение № 5 и закръглени към най-близката по-висока стойност, както следва:

- а) $\lambda \leq 0,08$ - закръглено до най-близкото по-високо 0,001 W/m.K;
- б) $0,08 < \lambda \leq 0,20$ - закръглено до най-близкото по-високо 0,005 W/m.K;
- в) $0,20 < \lambda \leq 2,0$ - закръглено до най-близкото по-високо 0,01 W/m.K;
- г) $2,0 < \lambda$ - закръглено до най-близкото по-високо 0,1 W/m.K.

(4) Проектните стойности на коефициента на топлопроводност и числото на дифузно съпротивление на водна пара за топлоизолационни продукти не могат надвишават определените гранични нива на съществените им характеристики, определени в националните приложения към съответните хармонизирани стандарти, когато такива са налични.

(5) Сградите се проектират и изпълняват така, че през определения за тях икономически обоснован експлоатационен срок водната пара, проникваща чрез дифузия през ограждащите елементи на конструкцията, да не кондензира или общата сума на кондензираните водни пари в края на изчислителния период на навлажняване да не причинява вреди на топлинната изолация и устойчивостта на конструкцията. Ограждащите елементи на конструкцията се изчисляват на влажностен режим съгласно приложение № 6.

Раздел II

Специфични изисквания към показатели за енергийните характеристики които характеризират енергопотреблението на технологичните процеси за отопление, охлаждане, вентилация и гореща вода за битови нужди

Чл. 26. По методиката от приложение № 1 се оценяват най-малко следните показатели за енергийните характеристики, характеризиращи енергопотреблението на технологичните процеси за отопление, охлаждане, вентилация и гореща вода за битови нужди:

1. топлинни загуби и топлинни притоци от топлопреминаване към околната среда (kW) и специфичните им стойности, отнесени към 1 m² площ на съответния елемент на конструкцията (W/m²);
2. топлинни загуби от инфилтрация на външен въздух (kW);
3. годишно потребление на енергия за вентилация (kWh) и специфичната му стойност – специфичен разход на енергия за вентилация (kWh/m²);
4. годишно потребление на енергия за отопление (kWh) и специфичната му стойност – специфичен разход на енергия за отопление (kWh/m²);
5. годишно потребление на енергия за охлаждане (kWh) и специфичната му стойност – специфичен разход на енергия за охлаждане (kWh/m²);
6. годишно потребление на енергия за гореща вода за битови нужди (kWh) и специфичната му стойност – специфичен разход на енергия за гореща вода

(kWh/m²);

7. топлинна мощност на системата за отопление (kW);
8. топлинна мощност на системата за вентилация (kW);
9. охладителна мощност на системата за охлаждане (kW);
10. топлинна мощност на системата за гореща вода за битови нужди (kW).

Чл. 27. (1) Стойностите на показателите за топлинни загуби и топлинна мощност за зимен период се определят при външна изчислителна температура за зимни условия.

(2) Стойностите на показателите за топлинни притоци и охладителна мощност за летен период се определят при външната изчислителна температура за летни условия.

(3) Показателите за специфични топлинни загуби, специфична мощност и специфичен разход на енергия се изчисляват за:

1. единица от общата климатизирана площ на сградата;
2. единица от общия климатизиран обем на сградата.

Чл. 28. (1) Енергийните характеристики на системите за отопление, охлаждане, вентилация и гореща вода за битови нужди в нови и в съществуващи сгради се определят за техническите сградни системи (инсталации) като цяло.

(2) Цялостните енергийни характеристики по ал. 1 включват енергийните характеристики на всички подсистеми и елементи на съответната система независимо от предназначението на сградата или на обособена част от сградата.

(3) Показатели на цялостни енергийни характеристики на сградна инсталация по ал. 1 са:

1. ефективност на топлоснабдяването, %;
2. ефективност на студоснабдяването, %;
3. ефективност на вентилацията, %;
4. ефективност на битовото горещо водоснабдяване, %;
5. ефективност на електроснабдяването за целите на отопление, охлаждане и вентилация на сградата, %;

(4) Цялостните енергийни характеристики на всяка от системите за отопление, охлаждане, вентилация и гореща вода за битови нужди, изразени чрез ефективностите на подсистемите, които са обособени в тях включват:

1. ефективност на генератора в подсистемата за генериране на енергия, %;
2. ефективност на разпределителната мрежа в подсистемата за разпределение на енергия, %;
3. ефективност на автоматиката в подсистемата за автоматично управление, %;
4. ефективност на отдаването в подсистемата за излъчване на енергия;
5. ефективност на регулирането във всяка от подсистемите по т. 1, 2, 3 и 4.

(5) Енергийната ефективност η на подсистема „i“ се определя като:

$$\eta_i = \frac{Q_{i,out} + f_i \cdot E_{el,i,out}}{Q_{i,in} + f_i \cdot W_{i,aux}} \quad (1)$$

където :

f_i е коефициентът на преобразуване на електрическа енергия съгласно таблица 1 в част трета от приложение № 1;

$E_{el,i,out}$ – електрическата мощност на подсистема i ;

$Q_{i,out}$ – изходящата топлина на подсистема i ;

$Q_{i,in}$ – входящата топлина на подсистема i ;

$W_{i,aux}$ – спомагателната енергия на подсистема i .

Чл. 29. (1) При нови сгради ефективността на топлоснабдяването за системите с горивни отоплителни котли и горивни комбинирани котли за отопление и БГВ, в които топлината се генерира чрез изгаряне на изкопаеми горива и/или горива от биомаса, се изчислява с данни на производителите, отчетени от продуктова информация за такива продукти. При липса на продуктова информация изчисленията могат да се извършват с състояните за ефективност на генератора в подсистемата за генериране на енергия, както са посочени в табл. 5:

Таблица 5

	Вид на генератора на топлина *	Сезонната енергийна ефективност при отопление по горна топлина на изгаряне на горивото **к.п.д. - η_s , %
1	2	3
1	Горивни отоплителни котли с номинална топлинна мощност ≤ 70 kW, с изключение на котли от тип В1 с номинална топлинна мощност ≤ 10 kW	≥ 86 %
2	Горивни комбинирани котли с номинална топлинна мощност ≤ 70 kW с изключение на комбинирани котли от тип В1 с номинална топлинна мощност ≤ 30 kW	≥ 86 %
3	Горивни отоплителни котли с номинална топлинна мощност >70	≥ 86 %

	kW и ≤ 400 kW и горивни комбинирани котли за отопление и БГВ с номинална топлинна мощност > 70 kW и ≤ 400 kW	
4	Котли тип В1*** с номинална топлинна мощност ≤ 10 kW	≥ 75 %
5	Комбинирани котли тип В1*** с номинална топлинна мощност ≤ 30 kW	≥ 75 %
6	Отоплителни когенерационни агрегати	100 %

* Без топлоизточници, специално проектирани за използване на газообразни или течни горива, произведени предимно от биомаса и без топлоизточници, използващи твърди горива

** КПД при 100% номинална мощност. При 30 % от номиналната топлинна мощност стойността е най-малко 94%.

*** „Котел тип В1“ – котел по смисъла на Регламент (ЕС) № 813/2013 на Комисията от 2 август 2013 година за прилагане на Директива 2009/125/ЕО на Европейския парламент и на Съвета по отношение на изискванията за екопроектиране на отоплителни топлоизточници и комбинирани топлоизточници

(2) При обследване на съществуващи сгради ефективността на топлоснабдяването за системите с горивни отоплителни котли и горивни комбинирани котли за отопление и БГВ, в които топлината се генерира чрез изгаряне на изкопаеми горива и/или горива от биомаса, се определя чрез измервания и изчисления съгласно Наредба № Е-РД-04-1 от 2022 г. за условията и реда за извършване на проверка за енергийна ефективност на отоплителните инсталации и инсталациите за комбинирано отопление и вентилация по чл. 50, ал. 1 и на климатичните инсталации по чл. 51, ал. 1, условията и реда за изготвянето на оценка на енергийните спестявания, както и условията и реда за създаване, поддържане и ползване на базата данни по чл. 52 от Закона за енергийната ефективност (ДВ, бр. 30 от 2022 г.), (Наредба № Е-РД-04-1 от 2022 г.).

Чл. 30. Изискванията към техническите сградни инсталации за отопление, охлаждане, вентилация и гореща вода за битови нужди, обхванати от аспектите за „правилно монтиране“ и „подходящи оразмеряване, настройка и контрол“ на инсталациите са съгласно изискванията в Наредба № 15 от 2005 г. за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинна енергия (ДВ, бр.68 от 2005 г.), (Наредба № 15 от 2005 г.)

Чл. 31. (1) Показателят на енергийни характеристики „годишно потребление на енергия за вентилация“ се определя с отчитане на енергийните характеристики на конкретната вентилационна система.

(2) При определяне на показателя по ал. 1 се включва и топлинният коефициент на ефективност при оползотворяване на топлината на отработения въздух (ефективност на рекуперация на топлина) – $\eta_{r,min}$, %.

Чл. 32. (1) При проектиране на нови сгради ефективността на рекуперацията на топлина се избира от продуктовата информация за екодизайн на конкретен вентилационен агрегат с оползотворяване на отпадна топлина (HRS) съгласно изискванията на приложимите мерки (делегирани регламенти) по прилагане 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.).

(2) Когато не е налична продуктова информация по ал. 1, изчисленията на показателя на енергийни характеристики „годишно потребление на енергия за вентилация“ (kWh) и специфичната му стойност (kWh/m²) се извършват с минимални стойности на топлинния коефициент на ефективност на рекуперирането на топлина, както следва:

1. за жилищни сгради или помещения в жилищни сгради минималният топлинен к.п.д. е $\eta_{t,min} = 70 \%$ за всички вентилационни агрегати;

2. за нежилищни сгради минималният топлинен к.п.д. е $\eta_{t,nrvu,min} = 73 \%$ за всички двупосочни вентилационни агрегати (ДВА) с изключение на подвижните HRS в ДВА и $\eta_{t,nrvu,min} = 63 \%$ на подвижна HRS в ДВА.

Чл. 33. (1) При обследване на съществуващи сгради показателят на енергийни характеристики „потребление на енергия от вентилация“ (kWh) и специфичната му стойност (kWh/m²) се определя с отчитане параметрите на конкретната вентилационна система, които се установяват с измервания и изчисления по реда на Наредба № Е-РД-04-1 от 2022 г.

(2) При обследване на съществуващи сгради, енергоспестяващите мерки по вентилационните системи се предписват с енергийни характеристики, съгласно изискванията за нови сгради.

Чл. 34. В сгради с механична вентилация за доставяне на пресен въздух, показателят на енергийни характеристики „обща топлинна загуба от инфилтрация на външен въздух, (kW)“ се изчислява в зависимост от параметрите на вентилационната система при спазване на изискванията за дебит на пресния въздух на човек (m³/h/човек) съгласно Наредба № 15 от 2005 г.

Чл. 35. В сгради без механична вентилация за доставяне на пресен въздух, показателят на енергийни характеристики „обща топлинна загуба от инфилтрация на външен въздух, (kW)“ се изчислява с кратност на неорганизирания въздухообмен (n) на вътрешния с външния въздух не по-малка от 0,41 h⁻¹ и не по-голяма от 1,0 h⁻¹.

Чл. 36. (1) 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_{on} за отоплителен период и въз основа на сезонния коефициент на енергийна ефективност в работен режим – SEER_{on} за охладителен период.

(2) За целите на изчисленията по ал. 1 коефициентите SCOP_{on} и SEER_{on} 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_{on} и SEER_{on}, 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_{on} и SEER_{on} 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, термopомпени системи, модули М3-8-2, М8-8-2“, или по друг приложим национално приет изчислителен метод.

Чл. 37. (1) Показателят на енергийни характеристики „годишно потребление на енергия за отопление (kWh/год.)“ при нови и съществуващи сгради, в които се използват локални отоплителни източници, за които не е налична продуктова информация от производителя им, се допуска да се изчисли със сезонна енергийна ефективност съгласно данните в таблица 6.

Таблица 6

Минималната енергийна ефективност ($\eta_s, \%$) на локални източници на топлина за целите на изчисленията на показателя на енергийни характеристики „годишно потребление на енергия за отопление (kWh/год.)“	
Вид на локалния топлинен източник	Сезонна енергийна ефективност, $\eta_s, \%$
<i>1</i>	<i>2</i>
Локалните отоплителни топлоизточници с открита горивна камера, използващи газообразно или течно гориво	42 %
Локални отоплителни топлоизточници със закрыта горивна камера, използващи газообразно или течно гориво	72 %
Електрически преносими локални отоплителни топлоизточници	36 %
Електрически неподвижно закрепени локални отоплителни топлоизточници с номинална топлинна мощност над 250 W	38 %
Електрически неподвижно закрепени локални отоплителни топлоизточници с номинална топлинна мощност, равна или по-ниска от 250 W	34 %
Електрически акумулиращи локални отоплителни топлоизточници	38,5 %
Електрическите локални отоплителни топлоизточници за монтиране под подова настилка	38 %
Електрически лъчисти локални отоплителни топлоизточници	35 %
Електрически лъчисти локални отоплителни топлоизточници с видимо светене с номинална топлинна мощност над 1,2 kW	35 %
Електрически лъчисти локални отоплителни топлоизточници с видимо светене с номинална топлинна мощност, равна или по-ниска от 1,2 kW	31 %
Лъчисти локални отоплителни топлоизточници	85 %
Тръбни локални отоплителни топлоизточници	74 %

(нова - ДВ, бр. 18 от 2024 г., в сила от 01.03.2024 г.) Забележка: За електрическите локални

топлоизточници стойностите в таблица 6 се умножават с коефициент 2,5. Максималната стойност на топлинната ефективност на електрическите локални топлоизточници при крайното потребление на енергия е 100 %.

(2) Енергийните характеристики на сграда при наличие на комбинирано производство на енергия и изнасяне на енергия се определят съгласно част девета от приложение № 1.

Чл. 38. (1) Енергийната ефективност на разпределителната мрежа в подсистемата за разпределение на енергията за отопление и охлаждане обхваща топлинните загуби на разпределителните мрежи в системите за отопление на помещенията, охлаждане на помещенията и гореща вода за битови нужди; възстановимите топлинни загуби за отопление на помещенията, охлаждане на помещенията и гореща вода за битови нужди; потребността от спомагателна енергия на разпределителните мрежи; възстановимата и възстановената спомагателна енергия за отопление, охлаждане и гореща вода за битови нужди.

(2) Енергийната ефективност на разпределителната мрежа в подсистемата за разпределение на енергията за отопление и охлаждане се определя в зависимост от дела (%) на топлинните загуби на мрежата. Ефективността на разпределителната мрежа се определя:

1. при тръбна разпределителна мрежа с открити топлинно изолирани тръбопроводи и други елементи, когато мрежата е развита в отопляемо или в неотопляемо пространство с цялостно топлинно изолирани външни стени – 100 %, а при нарушена изолация на тръбите до 10 % и/или неизолирани други елементи на мрежата – 98 %. При частично изолирани външни стени на пространството и/или при нарушена изолация на тръбите над 10 % и/или при неизолирани други елементи на мрежата – 95 %;

2. при тръбна разпределителна мрежа с открити топлинно неизолирани тръбопроводи и други елементи, когато мрежата е развита в отопляемо или в неотопляемо пространство с цялостно или частично топлинно изолирани външни стени – 92 %;

3. при тръбна разпределителна мрежа с топлинно неизолирани тръбопроводи и други елементи, когато мрежата е развита в отопляемо или в неотопляемо пространство с топлинно неизолирани или с частично изолирани външни стени ефективността на мрежата се определя на база изчисления на дяла на топлинните загуби през елементите на мрежата.

(3) В случаите по ал. 2, т. 3 дължината на тръбопроводите в отделните участъци на разпределителната мрежа, необходима за изчисляване на топлинните загуби на мрежата, се определя за всеки отделен случай. При изчисленията се допуска дължината на тръбопроводите да се определи чрез корелации съгласно БДС EN 15316-3, когато формата на сградата съвпада с формите на сгради от стандарта, за които корелациите са приложими. В този случай изчисленията се извършват съгласно част седма на Приложение № 1 За случаите, в които корелациите не могат да се приложат дължините на тръбопроводите се определят с инвестиционния проект на нова сграда или чрез заснемане в процеса на обследването за енергийна ефективност на съществуваща сграда.

Чл. 39. (1) Ефективността на регулиращата автоматика в подсистемата за разпределение на енергия в системи за отопление и охлаждане с топлоносител вода, както и в системи за БГВ се определя:

1. при сграда със система за сградна автоматизация и управление – 100 %;
2. при хидравлично балансирана тръбна мрежа с автоматични регулатори – 98 %;
3. при хидравлично балансирана тръбна мрежа с ръчни регулатори – 96 %;

4. при небалансирана тръбна мрежа

– 92 %;

Чл. 40. (1) Енергийните характеристики на подсистемите за излъчване на енергия в отоплителни и охладителни системи с топлоносител вода се определят по показател ефективността на излъчването (ефективност на топло/студо отдаването). Показателят се оценява в зависимост от отклонението на температурата в резултат на неефективност на регулирането и регулираща автоматика на помещенията.

(2) Отклонението на температурата по ал. 1 се изчислява като отклонение на среднообемната стойност на температурата в сградата със стойностите по подразбиране съгласно БДС EN 15316-2 „Енергийни характеристики на сгради. метод за изчисляване на енергийните потребности и ефективността на системите. Част 2: Системи за излъчване в помещения (отопление и охлаждане), модули М3-5, М4-5“, или се оценява по измерени данни на температурата в сградата. Когато оценката се извършва по измерени данни измерванията се прилагат към изчисленията.

Чл. 41. (1) Системата за регулиране включва определен брой елементи, които в зависимост от проектното решение формират конкретна комбинация от елементи, интегрирани в подсистемите за генериране, разпределение и излъчване на енергията.

(2) Обект на оценка по отношение влиянието на регулирането върху цялостните енергийни характеристики на дадена система за отопление и/или охлаждане са три вида (нива) на регулиране:

1. централно регулиране (С) – топлоподаването/студоподаването се регулира централно за цялата сграда;
2. зоново регулиране (Z) – топлоподаването/студоподаването се регулира в определени зони на системата за отопление/охлаждане;
3. местно регулиране (L) – топлоподаването/студоподаването се регулира в отделни помещения от климатизираното пространство.

(3) За всяко ниво на регулиране се определят четири функционални режима, както следва:

1. ръчен (M), при който топлоподаването/студоподаването към климатизираното пространство се регулира само от ръчно задействано устройство;

2. автоматичен (A), при който подходяща система или устройство регулират автоматично топлоподаването/студоподаването към климатизираното пространство;

3. режим с времева функция (T), при който топлоподаването/студоподаването към климатизираното пространство се намалява по време на зададени периоди (за постигане на температура с нощно понижение или друг специфичен експлоатационен режим);

4. режим с оптимизирано времево регулиране (O), при който топлоподаването/студоподаването към климатизираното пространство се спира или намалява по време на зададени периоди. Повторното включване на топлоподаването/студоподаването се оптимизира на базата на различни съображения (периоди на отсъствие на хора или др.).

(4) Оценката на възможните комбинации в зависимост от вида и функционалните режими на регулирането се извършва за всеки конкретен случай по матрицата в табл. 7.

Таблица 7

Вид на системата за регулиране	Функционални режими на системата за регулиране			
	Ръчен	Автоматичен	С времева функция	С оптимизирано времево регулиране
Местно				
Зоново				
Централно				

Чл. 42. (1) (Доп. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) Енергийната характеристика „потребление на енергия за гореща вода“ за битови нужди се изчислява съгласно т.3.3 от част втора на приложение № 1.

(2) 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.).

(3) 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 8 съгласно БДС EN 12831-3.

Таблица 8

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

(4) Изчисленията по ал. 1 се извършват с температура на горещата вода не по-малка от 55°C 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 °C.

(5) При системи за БГВ с топлинен акумулатор (резервоари за гореща вода) се отчитат и топлинните загуби в режим на готовност съгласно таблица 9.

Таблица 9

Топлинни загуби в режим на готовност на резервоари за битова гореща вода	
Брутен обем на съхранение в литри	Загуби в режим на готовност $q_{sb,sto}$ в kWh/ден
≤ 5	0,35
30	0,60
50	0,78
80	0,98
100	1,10
120	1,20
150	1,35
200	1,56
300	1,91
400	2,20
500	2,46
600	2,69
800	3,11
1000	3,48
1250	3,89
1500	4,26
2000	4,92

(6) Количеството топлина от преобразуване на слънчевата енергия при загряване на вода за битови нужди се изчислява по метода в приложение № 7.

Раздел III

Специфични изисквания към показатели за енергийни характеристики, свързани с енергопотреблението на системите за осветление и енергопотреблението на уредите, потребяващи енергия

Чл. 43. Енергийната характеристика „потребление на енергия за осветление“ се изразява с числовия индикатор за енергия за осветление LENI (Lighting Energy Numeric Indicator (LENI) изразен в kWh/m².годишно.

Чл. 44. За целите на наредбата LENI се определя по методите съгласно БДС EN 15193-1+A1 „Енергийни характеристики на сгради. Енергийни изисквания за осветление. Част 1: Спецификации, модул M9“ при спазване на нормите за осветеност на пространствата.

Чл. 45. (1) Потреблението на електричество на уреди, които се намират в

климатизирания обем на сграда и извън него, се включва в енергийния баланс на сградата и е компонент от годишното енергийно потребление на сградата. Оценява се по енергиен показател „обща специфична електрическа мощност“, който се определя като среднопретеглена едновременна мощност, отнесена към един квадратен метър климатизираната площ на сградата (W/m^2) и работния режим на сградата в часа/седмично.

(2) При нови сгради показателят по ал. 1 се изчислява въз основа на стойностите на среднопретегленото годишно потребление на енергия на уреди, приети за целите на изчисленията като референтни уреди. Стойностите на среднопретегленото годишно потребление на референтните уреди се избират от продуктова информация за уреди, попадащи в обхвата на делегираните регламенти, съгласно Наредба за енергийното етикетиране на продукти, свързани с енергопотреблението (ДВ. бр.75 от 2020 г.) или от продуктова информация за еквивалентни продукти, които отговарят на изискванията за екопроектиране и/или на изискванията за пускането им на пазара съгласно Закона за техническите изисквания към продуктите (ЗТИП).

(3) При съществуваща сграда показателят по ал. 1 се изчислява по данни от заснемане в процеса на обследване за енергийна ефективност на сградата с отчитане времето на работа на всеки от наличните уреди и въз основа на наличната продуктова информация.

Глава четвърта

ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ИНВЕСТИЦИОННИТЕ ПРОЕКТИ. ОЦЕНКА НА СЪОТВЕТСТВИЕТО С ИЗИСКВАНИЯТА КЪМ ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Чл. 46. (1) Енергийните характеристики на нова сграда се определят в самостоятелна част „Енергийна ефективност на инвестиционния проект“.

(2) Част "Енергийна ефективност" се разработва в следните случаи:

1. за нови сгради;
2. при обновяване и/или основен ремонт на съществуващи сгради, при които строителните и монтажните работи обхващат над 25 на сто от площта на външните ограждащи елементи на конструкцията на сградата и се променят енергийните ѝ характеристики;
3. при реконструкция, преустройство, надстрояване или пристрояване на съществуваща сграда, при които ограждащите елементи на реконструираната, преустроената, надстроена или пристроена част обхващат над 25 на сто от ограждащите елементи на съществуващата сграда;

(3) Когато със заданието за проектиране на нова сграда не е определен източникът на топлина и/или студ, първичната енергия на сградата се изчислява за електричество със съответната стойност на коефициента за загуби при добив/производство и пренос на енергоресурси и енергии за този вид енергия.

(4) За привеждане на сградите в съответствие с изискващите се класове на енергопотребление съгласно изискванията на тази наредба строителните мерки за постигане на нормативно определените енергийни характеристики на ограждащите елементи на сграда

се комбинират с ефективни технически решения по сградните технически системи за отопление, охлаждане, вентилация и битово-горещо водоснабдяване в т.ч. изграждане на нови технически инсталации вкл. базирани на оползотворяване на възобновяема енергия; цялостна подмяна или модернизация на съществуваща сградна инсталация; подмяна на елементи, реконструкция, основен ремонт или модернизация на част от съществуваща техническа инсталация, подмяна на генератор на топлина/студ; регулиране на потреблението на енергия; инсталиране на система за сградна автоматизация и управление и др.

(5) Проектите на техническите системи за отопление, охлаждане и вентилация на сгради, параметрите на които се залагат при изчисленията в част „Енергийна ефективност“ се разработват в съответствие с изискванията на Наредба № 15 от 2005 г. за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинна енергия и в съответствие с изискванията към цялостните енергийни характеристики на системите, определени в тази наредба.

(6) Когато инвестиционният проект предвижда системи по ал. 5 да функционират съвместно, потреблението на енергия на тези системи се оптимизира въз основа на енергийния баланс на сградата, разработен в част „Енергийна ефективност“ при пълна съгласуваност на проектните части.

Чл. 47. (1) Когато техническото изискване към енергийните характеристики се изразява с показателя „обобщен коефициент на топлопреминаване“ ($U_{об.}, W/m^2K$) през ограждащите елементи на конструкцията на сградата или с техническия показател „коефициент на топлопреминаване“ ($U, W/m^2K$) през ограждащите елементи на сградата не се възлага, съответно не се разработва самостоятелна част „Енергийна ефективност“ на инвестиционния проект, освен ако това не е предвидено със заданието за проектиране.

Чл. 48. (1) Част „Енергийна ефективност“ и изчисленията на техническите показатели по чл. 47 се изготвят и подписват от проектант по част „Топлоснабдяване, отопление, вентилация и климатизация“ при спазване на изискванията на Закона за камарите на архитектите и инженерите в инвестиционното проектиране за съответните ограничения по вид и размер на предоставяните проектантски услуги.

(2) Когато не се изисква изработване на самостоятелна част „Енергийна ефективност“, съответствието на проектните технически показатели по чл. 47 с изискванията на наредбата се доказва с изчисления, които се изготвят и представят в обяснителната записка на част „Топлоснабдяване, отопление, вентилация и климатизация“ от инвестиционния проект на сградата. В случай, че инвестиционният проект за обновяване на съществуваща сграда не предвижда част „Топлоснабдяване, отопление, вентилация и климатизация“, изчисленията се изготвят и предоставят от проектанта по ал. 1 за прилагането им към част „Архитектурна“.

Чл. 49. (Изм. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) Част „Енергийна ефективност“ на нова сграда се разработва по методиката съгласно Приложение № 1 и задължително съдържа всички енергийни характеристики, необходими за издаване на сертификат за енергийни характеристики на нова сграда по реда на Наредба № Е-РД-04-2 от 2022 г.

Чл. 50. (1) (Изм. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) Част „Енергийна ефективност“ на съществуваща сграда се разработва по методиката съгласно Приложение № 1, въз основа на енергоспестяващи мерки, предписани в обследване за енергийна

ефективност, извършено по реда на Наредба № Е-РД-04-2 от 2022 г.

(2) Енергийните характеристики в проекта по част „Енергийна ефективност“ на сграда по ал. 1 не могат да бъдат с по-лоши стойности от заложените в енергоспестяващите мерки за сградата.

(3) Енергийните характеристики в проекта по част „Енергийна ефективност“ се съобразяват по отношение изискванията към други технически характеристики в останалите части на инвестиционния проект по начин, който осигурява изпълнението на всяко едно от основните изисквания към строежите съгласно чл. 169, ал. 1 от ЗУТ.

Чл. 51. (1) Част „Енергийна ефективност“ може да се изработва на фаза идеен, технически и работен проект на сграда.

(2) На фаза идеен проект се изчислява обобщен коефициент на топлопреминаване през ограждащите елементи на сградата по формулата:

$$U_{об} = \frac{H_{tr}}{\sum_k A_k} = \frac{H_D + H_g + H_U + H_A}{\sum_k A_k}, W/m^2K \quad (2),$$

където:

$U_{об}$ е обобщеният коефициент на топлопреминаване през ограждащите елементи на сградата, изчислен съгласно методиката от Приложение № 1, W/m^2K ;

H_{tr} - коефициентът на пренос на топлина чрез топлопреминаване, определен по методиката съгласно приложение № 1, W/K ;

A_k - площта на k-тия елемент, който огражда отоплявания/охлаждания обем, определена по външните ѝ размери, m^2 .

(3) Изчисленията по ал. 1 се изготвят по итеративна процедура до удовлетворяване на условието $U_{об,сграда} \leq U_{об, нормативно}$ като се извършват:

1. за $U_{об,сграда}$ – със стойностите на топлофизичните характеристики на предвидените в проекта строителни продукти и материали;

2. $U_{об, нормативно}$ – с нормативните коефициенти от таблици 2 и 4 от наредбата.

Чл. 52. (1) По желание на възложителя/собственика на сградата част „Енергийна ефективност“ може да се изготви на фаза идеен проект с пълен обхват на изчисленията съгласно приложение № 1 до определяне на интегрирания показател „специфично годишно потребление на енергия“, ($kWh/m^2.год.$) и съответстващия му клас на енергопотребление на сградата.

(2) Класът на енергопотребление, определен на идейна фаза не може да послужи за издаване на сертификат за енергийни характеристики на нова сграда преди въвеждането ѝ в експлоатация. За издаване на сертификат за енергийни характеристики на нова сграда са приложими само енергийните характеристики изчислени в част „Енергийна ефективност“ на фаза технически или работен проект.

Чл. 53. Идейният проект по част „Енергийна ефективност“ може да послужи за разработване на технически и работен проект на сградата в следните случаи:

1. когато е изпълнено условието по чл. 51, ал. 3;

2. когато класът на енергопотребление, определен на идейна фаза на проектното решение за сградата, отговаря на минималното изискване за клас на нови сгради съгласно изискванията на наредбата.

Чл. 54. (1) Част "Енергийна ефективност" съдържа обяснителна записка, изчисления и графични схеми.

(2) На фаза идеен проект част "Енергийна ефективност" съдържа:

1. 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;

2. изчисления по чл. 51;

3. 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.

(3) На фаза технически и работен проект част "Енергийна ефективност" съдържа:

1. 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;

2. параметри на вътрешния климат в зависимост от категорията на топлинната среда и режимите на обитаване на сградата;

3. зони на сградата (отоплявани и/или охлаждащи) с режимите им на обитаване, определени по критериите в приложение № 1;

4. проектно допускане/условия за среднопретеглен брой на обитателите (в т.ч. и потенциалните посетители), определен като едновременно дневно присъствие;

5. 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;

6. енергиен баланс на сградата, съставен по компоненти и системи, потреблящи енергия съгласно изискванията на наредбата;

7. оценка възможностите за оползотворяване на възобновяема енергия;

8. общо и специфично годишно потребление на енергия, изчислено по потребна и по първична енергия;

9. клас на енергопотребление на проектираната сграда;

10. 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.

Чл. 55. (1) Оценката за съответствие на инвестиционен проект на сграда с изискването за енергийна ефективност по чл. 169, ал. 1, т. 6 от ЗУТ е систематична проверка за съответствие на изчисленията и енергийните характеристики в част „Енергийна ефективност“ на сграда с приложимите изисквания на нормативните актове за енергийна ефективност и с техническите спецификации.

(2) Оценката за съответствие по ал. 1 включва:

1. проверка на обхвата, съдържанието и съответствието на изчисленията в част „Енергийна ефективност“ с изискванията на наредбата и националната изчислителна методика от приложение № 1;

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.

(3) Проектите на сградите се оценяват за съответствие с изискването за енергийна ефективност на фаза технически или работен проект само, когато имат изготвена самостоятелна част „Енергийна ефективност“. Идейните проекти, както и проектите, за които не се изисква разработване на самостоятелна част „Енергийна ефективност“, не подлежат на оценка за съответствие с изискването за енергийна ефективност.

(4) 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.

(5) Допуска се оценката за съответствие с изискването за енергийна ефективност да се извърши като част от комплексния доклад по чл. 142, ал. 6, т. 2 от ЗУТ, когато са изпълнени условията на чл. 142, ал. 11 от ЗУТ.

Чл. 56. (1) С инвестиционните проекти за сградите се предвиждат продукти, съоръжения и уреди, които съответстват на техническите спецификации, предвидени с проекта, и на действащите в Република България нормативни актове за проектиране, изпълнение и контрол на строежите.

(2) Продуктите по ал. 1 трябва да имат оценено съответствие със съществените изисквания, определени в наредбите по чл. 7 от ЗТИП, или да се придружават от документи (сертификати, декларации, протоколи от изпитвания, продуктова информация и др.), удостоверяващи съответствието им, когато няма издадени наредби по реда на чл. 7 ЗТИП.

(3) При проектирането на сгради се предвиждат строителни продукти, чиито експлоатационни показатели по отношение на съществените им характеристики осигуряват изпълнението на изискванията към строежите съгласно чл. 169, ал. 1 ЗУТ и отговарят на

техническите спецификации по смисъла на Наредба № РД-02-20-1 от 2015 г. за условията и реда за влягане на строителни продукти в строежите на Република България, съответно Регламент (ЕС) № 305/2011 на Европейския парламент и на Съвета за определяне на хармонизирани условия за предлагането на пазара на строителни продукти и за отмяна на Директива 89/106/ЕИО (ОВ на ЕС, бр. L88 от 4.4.2011 г.).

(4) Продуктите, влягани в сградите, произведени и /или пуснати на пазара в държави - членки на Европейския съюз, и в Турция, или законно произведени в държава от Европейската асоциация за свободна търговия – страна по Споразумението за Европейското икономическо пространство, могат да се ползват с характеристиките им за целите на тази наредба, при положение че осигуряват еднакво или по-високо ниво на безопасност за здравето и живота на обитателите на сградите и опазването на околната среда.

Допълнителни разпоредби

§ 1. По смисъла на тази наредба:

1. „Строеж“, „реконструкция“, „основен ремонт“, „основно обновяване“ и „строителни и монтажни работи“ са термините, определени в допълнителните разпоредби на ЗУТ.

2. „Референтна стойност“ е нормативна или изчислена стойност, с която се сравнява енергиен показател.

3. (изм. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) „Структура“ са всички физически елементи, от които са изградени оградящите и вътрешните стени, покривите, подовете, вратите и др. на сградата, без техническите ѝ системи.

4. „Елемент на сграда“ означава техническа сградна инсталация или компонент от външните оградящи елементи на сградата.

5. (изм. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) „Външен размер“ е размер, измерен от външната страна на сграда.

6. „Нетна потребна енергия“ е енергията, която трябва да се внесе или отнеме от климатизиран обем.

7. „Брутна потребна енергия“ за сградата е сума от брутната потребна енергия за поддържане на параметрите на микроклимата и брутната потребна енергия за функционирането на останалите технически съоръжения и системи. При използване на термopомпи като генератори на топлина/студ в системи за отопление/охлаждане в сграда брутната потребната енергия е сума от брутната потребна енергия, доставена до сградата за трансформирането ѝ в топлина или студ за поддържане параметрите на микроклимата, и брутната потребна енергия за функционирането на останалите технически съоръжения и системи в сградата.

8. „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“ (E_{tot} , kWh) – представлява сумата на количеството първична енергия от невъзобновяеми източници и количеството първична енергия от възобновяеми източници. „Първична енергия от невъзобновяеми източници“ (E_{nren} , kWh) е количеството първична енергия за сградата от невъзобновяеми източници. „Първична енергия от възобновяеми източници“ (E_{ren} , kWh) е количеството енергия, оползотворено от възобновяеми източници.

Първичната енергия за определяне на класа на енергопотребление на сграда се определя на база EP_{net} , kWh, а дела на възобновяемата енергия – на база EP_{tot} .

9. „Обща площ на външните ограждащи конструкции и елементи“ е площта на външните ограждащи конструкции - стени, прозорци и врати, под и покрив, определена по външните им размери.

10. „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.

11. „Охлаждан обем“ е сумата от обемите на пространствата, от които се изнася топлина за поддържане на определена температура.

12. „Охлаждане“ е процес на изнасяне на топлина от сграда или от част от сграда за поддържане на определена температура.

13. „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.

14. „Действителен коефициент на сумарна пропускливост на слънчева енергия (коефициент на енергопреминаване)“ е показател, който отчита дела на преминалата слънчева енергия през остъклените ограждащи повърхности от пълната лъчиста слънчева енергия, попаднала върху тях.

15. „Вентилация“ е процес на въздухообмен в сграда за осигуряване на пресен въздух за обитателите.

16. „Топлинен мост“ е вертикален или хоризонтален стоманен или бетонен елемент от конструкцията на сграда, през който количеството преминала топлина в резултат на температурна разлика между вътрешната към външната среда е по-голямо, отколкото през останалата част на конструкцията.

17. „Кратност на въздухообмена“ е обменът на вътрешния с външния въздух за един час, изчислен на база нетния обем на сградата.

18. „Нова сграда“ е всяка новоизградена сграда до 6 години от въвеждането ѝ в експлоатация

19. „Термопомпа“ е машина, съоръжение или инсталация, които пренасят топлина от естествената окръжаваща среда (въздух, вода или почва) към сгради или промишлени съоръжения чрез обръщане на естествения топлинен поток по такъв начин, че той преминава от по-ниска към по-висока температура. При термопомпи с обратимо действие топлината може да се пренася и от сградите към естествената окръжаваща среда.

20. „Обследване за енергийна ефективност на сгради“ е процес, основан на систематичен метод за определяне и остойностяване на енергийните потоци и разходи в сградите, и определящ обхвата на технико-икономическите параметри на мерките за повишаване на енергийната ефективност.

21. „Производствени сгради“ са сградите за: производство в строителната промишленост, енергетиката, химични и фармацевтични производства, металургични производства, машиностроителни, машиноремонтни и металообработващи производства,

дървообработващи производства, текстилни производства, производства за преработка на животински и растителни продукти, производство на хранителни продукти и вкусови вещества, за добив и преработване на руда, въглища, нерудни изкопаеми, нефт и газ (включително временните строежи по чл. 54, ал. 6 ЗУТ за търсене, проучване или добив на подземни богатства); автобази със сервиз за обслужване; сгради за селскостопански дейности - животновъдни сгради, оранжерии и други обекти, свързани с тях.

22. „Сграда“ е конструкция със стени и покрив, в която се използва енергия за регулиране на вътрешната температура.

23. „Външни ограждащи елементи на сградата“ е система от компоненти (конструкции и елементи - плътни и прозрачни) на дадена сграда, които отделят вътрешната от външната среда на сградата.

24. „Сграден компонент“ е техническа сградна инсталация или компонент от външните ограждащи конструкции и елементи на сградата.

25. (изм. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) „Топлинно климатизирано (кондиционирано) пространство“ е отопляем обем и/или охлаждаем обем.

26. „Климатизирана площ“ е общата площ на пода на климатизирания обем, която включва площта на климатизирано пространство чрез отоплителна и/или охладителна система и площта на индиректно климатизирани неотопляеми/неохлаждани пространства с топлинни загуби/притоци. Климатизираната площ се определя по външните размери на сградата.

27. „Категория на сграда“/Категория на обособена част от сграда“ е класификация на сгради и/или обособени части от сгради, свързани с тяхното основно предназначение и основна експлоатация, с цел разграничаване на изискванията към енергийните характеристики, както са определени в приложение I към Директива 2010/31/ЕС.

28. „Енергийна ефективност в сгради“ е осигуряването и поддържането на нормативните параметри на микроклимата в сградите с минимални финансови разходи за енергия.

29. „Енергия от възобновяеми източници“ е енергията от възобновяеми неизкопаеми източници: вятърна енергия, слънчева енергия, енергия, съхранявана под формата на топлина в атмосферния въздух - аеротермална енергия, енергия, съхранявана под формата на топлина под повърхността на твърдата почва - геотермална енергия, енергия, съхранявана под формата на топлина в повърхностните води - хидротермална енергия, океанска енергия, водоелектрическа енергия, биомаса, газ от възобновяеми източници, сметищен газ и газ от пречиствателни инсталации за отпадни води.

30. „Топлинна зона“ е обособена част от сграда, която включва пространства от сградата с еднакво функционално предназначение, топло- и/или студоснабдяване от една система, еднакъв режим на обитаване, еднаква небесна ориентация на външните ограждащи елементи (за случаите, когато се изисква охлаждане) и специфични изисквания 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.

31. (изм. - ДВ, бр. 18 от 2024 г., в сила от 01.03.2024 г.) "Сграда с близко до нулата потребление на енергия" е сграда съгласно определението в § 1, т. 28 от допълнителните разпоредби на ЗЕЕ.

32. „Публични органи“ означава „договарящи органи“ съгласно определението в Директива 2004/18/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 31 март 2004 г. относно координирането на процедурите по възлагане на договори за обществени поръчки, договори за обществени доставки и договори за обществени услуги

33. „Вътрешна температура“ е среднопретеглена стойност на температурата на въздуха и средната температура на излъчване в центъра на топлинната зона.

34. „ЕРВ стандарти“ са серии от стандарти, насочени към международното хармонизиране на методологията за оценяване на енергийните характеристики на сградите.

35. „Показател на енергийните характеристики“ (ЕРВ показател) е изчислена или измерена числова величина, която характеризира енергийно свойство на оценявания обект.

36. „Изискване към енергийните характеристики“ е минимално ниво на частични и/или общи енергийни характеристики, което трябва да бъде постигнато за получаването на съответствие с нормативни изисквания, конкретни права или друго преимущество.

37. „Обект на оценка на енергийните характеристики (оценяван обект)“ е сграда, част от сграда или група от сгради, които са обект на оценка на енергийните характеристики.

38. „Частични енергийни характеристики“ са енергийни характеристики на един или комбинация от елементи или компоненти на сграда или други енергийни признаци на оценявания обект

39. „Общи енергийни характеристики“ е изчислено или измерено общо количество енергия, необходима за посрещане на енергийна потребност, свързана с типичното използване/предназначение на оценявания обект.

40. Техническа и икономическа осъществимост е налице тогава, когато нормативните изисквания към енергийните характеристики на сграда или на обособена част от сграда могат да се приложат с обоснована ефективност на разходите за всяко ниво от скалата на класовете на енергопотребление, за което са дефинирани.

41. (изм. - ДВ, бр. 18 от 2024 г., в сила от 01.03.2024 г.) "Техническа неосъществимост" в нови и съществуващи сгради за изпълнение на мярка за енергоспестяване или мярка за оползотворяване на възобновяема енергия е налице тогава, когато прилагането на нормативните изисквания за енергийни характеристики е възпрепятствано от специфика на сградата или спецификата на урегулирания поземлен имот, което прави невъзможно физическото изпълнение на дадена мярка, за която няма алтернатива или изпълнението ѝ е възпрепятствано от технически или функционални пречки, като: невъзможност да се осигури достъп до елементи на конструкцията или на конкретна сградна инсталация, невъзможност да се осигурят изискванията за безопасност; недостатъчна площ или пространство.

42. „Техническа сградна система“ е техническо оборудване за отопление, охлаждане, вентилация, овлажняване, изсушаване, битова гореща вода, осветление, сградна автоматизация и управление и генериране на енергия.

43. „Техническа сградна подсистема“ е част от сградна техническа система, която изпълнява конкретна функция като генериране на топлина/студ, разпределение на топлина/студ, топло или студоотдаване.

44. „Сградна автоматизация и контрол“ продукти, софтуер и инженерни системи за автоматичен контрол, мониторинг и оптимизиране, човешка намеса и управление за

постигане на енергийна ефективност, икономичност и безопасна експлоатация на оборудването на системите на сградата.

45. (изм. и доп. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г.) „На място“ е поземленият имот, в който се намира(т) сградата(ите), както и самата сграда. Всички технически системи на сградата, които генерират енергия от възобновяеми източници и/или „зелен“ водород и се намират в границите на урегулирани поземлени имоти при спазване на нормативите изисквания за разстояния, регламентирани в ЗУТ, се приемат за разположени “на място”.

46. (изм. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г., изм. - ДВ, бр. 18 от 2024 г., в сила от 01.03.2024 г.) "В близост" (наблизо) е енергиен обект, който е изграден или допустим за изграждане в периметъра на територия съгласно действащ устройствен или парцеларен план за община, независимо от използваните в енергийния обект енергийни ресурси, включително енергийни ресурси от възобновяеми източници и "зелен водород", от който енергиен обект се доставя енергия под формата на топлина и/или електричество за крайно потребление. Електроенергията, произведена от енергиен обект в близост, но подавана към разпределителната електрическа мрежа, а не към краен клиент, не се счита за произведена наблизо.

47. „Отдалечен“ от мястото на сградата означава извън мястото на сградата или извън периметъра, определен за източници на енергия в близост до сградата.

48. „Осветеност“ в точка на повърхност е частното на светлинния поток, падащ върху елемент на повърхността, която съдържа точката, разделен на площта на този елемент. Осветеността се изразява в луксове, $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$.

49. (нова - ДВ, бр. 18 от 2024 г., в сила от 01.03.2024 г.) "Ефективни районни отоплителни и охладителни системи" са районни отоплителни или охладителни системи по смисъла на § 1, т. 24в от Закона за енергетиката.

§ 2. С тази наредба се въвеждат разпоредби на чл. 3, 4 и 9 и Приложение I от Директива 2010/31/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 19 май 2010 г. относно енергийните характеристики на сградите (ОВ, L 153/13 от 18 юни 2010 г.).

Преходни и заключителни разпоредби

§ 3. Тази наредба се издава на основание чл. 169, ал. 4 във връзка с чл. 169, ал. 1, т. 6 от ЗУТ и чл. 31, ал. 4 от ЗЕЕ и отменя Наредба № 7 от 2005 г. за енергийна ефективност на сгради (ДВ, бр.5 от 2005 г.).

§ 4. Наредбата влиза в сила от деня на обнародването ѝ в Държавен вестник с изключение на изискването по чл. 21, ал. 1, т. 1, което влиза в сила от 1.01.2024 г. До тази дата новите сгради се проектират с потребление на енергия най-малко в клас „В“ съгласно изискванията на тази наредба.

§ 4а. (Нов - ДВ, бр. 18 от 2024 г., в сила от 01.03.2024 г.) (1) При прилагане на изискването по чл. 21, ал. 1, т. 1 се допуска до 31.12.2027 г. за новите сгради, за които със заданието за проектиране е предвидено проектиране и изграждане на сградна отоплителна и/или охладителна инсталация с присъединяване към централизирано топлоснабдяване от ефективна районна отоплителна и охладителна система или с присъединяване към газоразпределителна мрежа, енергията от възобновяеми източници за собствено потребление, генерирана на място или в близост до сградата, да има дял най-малко 15 % от доставената (потребна) енергия за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода за битови нужди и

осветление в сградата.

(2) При доказана техническа неосъществимост за изпълнение на изискването по чл. 21, ал. 1, т. 1 новите жилищни сгради се проектират с потребление на енергия най-малко в клас "В" съгласно изискванията на тази наредба. Техническа неосъществимост за нови жилищни сгради, за която на етапа на проектиране се установи, че възпрепятства изпълнението на нормативните изисквания за енергийни характеристики, се доказва в обяснителната записка на част енергийна ефективност на инвестиционния проект.

§ 5. (1) Наредбата се прилага за инвестиционни проекти, за които производството по одобряване на инвестиционен проект и производството по издаване на разрешение за строеж започва след влизането ѝ в сила.

(2) За започнато производство по одобряване на инвестиционен проект и издаване на разрешение за строеж се счита датата на внасяне на инвестиционния проект за одобряване от компетентния орган. За започнато производство се счита и наличието на съгласуван идеен инвестиционен проект от съответния орган, компетентен за неговото одобряване.

(3) (Отм. - ДВ, бр. 3 от 10.1.2023 г., в сила от 10.1.2023 г.).

§ 6. Всички съществуващи сгради, които са заети от публични органи и не са сертифицирани до влизане в сила на наредбата или са сертифицирани в класове „G“, „F“, „E“ и „D“ по отменената Наредба № 7 от 2005 г. за енергийна ефективност на сгради (ДВ. бр.5 от 2005 г.), се привеждат в съответствие с потребление на енергия най-малко в клас „B“.

§ 7. Сградите, които не са заети от публични органи, сертифицирани в клас „C“ до влизане в сила на наредбата, се счита, че отговарят на изискванията за енергийна ефективност до изтичане на срока на валидност на сертификата за енергийни характеристики, удостоверяващ постигнатия клас по отменената Наредба № 7 от 2005 г. за енергийна ефективност на сгради (ДВ. бр.5 от 2005 г.). След изтичане на този срок сградите се привеждат в съответствие с потребление на енергия най-малко в клас „B“ по изискванията на тази наредба. 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 „C“.

§ 8. Сградите заети от публични органи, сертифицирани в клас „C“ до влизане в сила на наредбата, се счита, че отговарят на изискванията за енергийна ефективност до изтичане на срока на валидност на сертификата за енергийни характеристики, удостоверяващ постигнатия клас по отменената Наредба № 7 от 2005 г. за енергийна ефективност на сгради. След изтичане на този срок сградите се привеждат в съответствие с потребление на енергия най-малко в клас „B“.

§ 9. Обследванията за енергийна ефективност на сгради, изпълнени до влизане в сила на наредбата въз основа на методиката в приложение № 3 от отменената Наредба № 7 от 2005 г. за енергийна ефективност на сгради (ДВ. бр. 5 от 2005 г.) се приемат за методологично съответстващи с допустимо отклонение от изискванията на методиката от приложение № 1 от тази наредба, когато са извършени по договор, сключен след 21 ноември 2017 г. и класът на прогнозираното енергопотребление след изпълнение на енергоспестяващите мерки не се променя в по-нисък клас.

Преходни и Заключителни разпоредби

Наредба за изменение и допълнение на Наредба № РД-02-20-3 от 9.11.2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради

(обн. ДВ, бр. 92 от 2022 г.)

§ 16. Навсякъде в наредбата думите „Наредба № Е-РД-04-1 от 2016 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради (ДВ, бр. 10 от 2016 г.), (Наредба № Е-РД-04-1 от 2016 г.)“ се заменят с „Наредба № Е-РД-04-2 от 16.12.2022 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради (ДВ, бр. 102 от 2022 г.), (Наредба № Е-РД-04-2 от 2022 г.)“, съответно навсякъде в наредбата съкращението „Наредба № Е-РД-04-1 от 2016 г.“ се заменя с „Наредба № Е-РД-04-2 от 2022 г.“

§ 17. (1) Инвестиционни проекти за нови сгради, които са разработени в съответствие с отменената Наредба № 7 от 2005 г. за енергийна ефективност на сгради (ДВ, бр. 5 от 2005 г., отм., бр. 92 от 2022 г.), могат да бъдат внесени за съгласуване и одобряване от компетентния орган в тримесечен срок от влизане в сила на Наредба № РД-02-20-3/09.11.2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради (ДВ, бр. 92 от 2022 г.).

(2) В производствата по съгласуване и одобряване на проектите по ал. 1 се прилагат разпоредбите на отменената Наредба № 7 от 2005 г. за енергийна ефективност на сгради (ДВ, бр. 5 от 2005 г.).“

§ 18. (1) Наредба № РД-02-20-3/09.11.2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради (ДВ, бр. 92 от 2022 г.) не се прилага за инвестиционни проекти за съществуващи сгради, които са разработени в съответствие с отменената Наредба № 7 от 2005 г. за енергийна ефективност на сгради (ДВ, бр. 5 от 2005 г.) и са внесени за съгласуване със специализираните контролни органи по чл. 144, ал. 1, т. 5, 7 и 9 от ЗУТ до 18.11.2022 г.

(2) В производствата по одобряване от компетентния орган съгласно ЗУТ на проектите по ал. 1 се прилагат разпоредбите на Наредба № 7 от 2005 г. за енергийна ефективност на сгради (ДВ, бр. 5 от 2005 г.).

(3) По желание на възложителя проектите по ал. 1 могат да бъдат преработени в съответствие с Наредба № РД-02-20-3/09.11.2022 г. за техническите изисквания към енергийните характеристики на сгради (обн. ДВ, бр. 92 от 2022 г.) и да бъдат внесени за одобряване от компетентния орган съгласно ЗУТ.

§ 19. Наредбата влиза в сила от деня на обнародването ѝ в "Държавен вестник" с изключение на **§ 17** и **§ 18**, които влизат в сила от 18.11.2022 г.

НАЦИОНАЛНА МЕТОДИКА ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДИ

(Изм. и доп. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г., изм. - ДВ, бр. 18 от 2024 г., в сила от 01.03.2024 г.)

Част първа

ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Основни положения

1.1. Основание за разработване

Настоящата методика е разработена в съответствие с изискванията на Директива 2010/31/ЕС на Европейския парламент и на Съвета относно енергийните характеристики на сградите, изменена с Директива (ЕС) 2018/844 на Европейския парламент и на Съвета от 30 май 2018 година за изменение на Директива 2010/31/ЕС относно енергийните характеристики на сградите и Директива 2012/27/ЕС относно енергийната ефективност (ОВ, L 81/ 21.3.2012 г.), (ДЕХС)

Съгласно чл. 3 от ДЕХС държавите-членки прилагат методика за изчисляване на енергийните характеристики на сградите в съответствие с общата рамка, изложена в приложение I на директивата. Тази методика се приема на национално равнище.

Методиката е подчинена на приложение I от ДЕХС, където е определена обща рамка за изчисляване на енергийните характеристики на сградите в държавите-членки на Европейския съюз.

Енергийните характеристики на сградите се изчисляват, сравняват и оценяват за съответствие с техническите изисквания за енергийна ефективност, определени в наредбата, в съответствие с тази методика. Методиката е разработена въз основа на базовите европейски EN ISO 52000-1, EN ISO 52003-1, EN ISO 52010-1, EN ISO ISO 52016-1 и EN ISO 52018-1, които са част от серия стандарти, насочена към международното хармонизиране на методологията за оценяване на енергийните характеристики на сградите. Навсякъде тази серия се нарича „серия EPB стандарти“, които са разработени в съответствие с мандат M/480, възложен на Европейския комитет по стандартизация (CEN). Стандартите са въведени от Българския институт за стандартизация като български стандарти БДС EN ISO 52000-1, БДС EN ISO 52003-1, БДС EN ISO 52010-1, БДС EN ISO 52016-1 и БДС EN ISO 52018-1.

При разработването на методиката са взети под внимание добрите европейски практики в областта на определяне на годишното потребление на енергия за отопление, вентилация, охлаждане, гореща вода и осветление, които представляват основните процеси за осигуряване и поддържане на микроклимата в сградите. В EPB стандартите тези процеси са определени като „енергийни услуги“ за сградата.

Енергийните характеристики на дадена сграда се изразяват чрез **числов показател за потреблението на първична енергия в kWh/(m².година)**. Енергийните характеристики на сграда се удостоверяват сертификат за енергийни характеристики, който се издава съгласно изискване на Закона за енергийната ефективност.

1.2. Цел на методиката

Целта на методиката е да определи единна изчислителна процедура за оценка на енергийните характеристики на сгради в съответствие с изискванията на европейското законодателство и стандарти.

Националната методика дава алгоритъм за количествена оценка за влиянието на:

1.2.1. топлинните загуби и топлинните притоци от топлопреминаване през ограждащите елементи;

1.2.2. топлинните загуби и топлинните притоци от вентилация вследствие смяната на въздуха в помещенията с външен въздух;

1.2.3. топлинните печалби от слънчевото греене, получени в резултат както на директното слънцегреене през прозрачни елементи, така и на поглъщането на лъчение от непрозрачни елементи;

1.2.4. топлинните загуби от излъчване към небосвода;

1.2.5. топлинните печалби от вътрешни източници, от работата на електрически уреди, изкуствено осветление, от топлопредаването на хора;

1.2.6. ефективността на техническите системи, осигуряващи параметрите на микроклимата.

2. Външни климатични условия

2.1. Показателите на енергийните характеристики се определят при базови стойности на следните климатични фактори:

2.1.1. средномесечна температура на външния въздух;

2.1.2. средни часови температури на външния въздух за периода на охлаждане;

2.1.3. средночасов интензитет на пълното слънчево греене, определен на база 24 часа;

2.1.4. средномесечна относителна влажност на външния въздух (за периода на охлаждане);

2.1.5. средночасова относителна влажност на външния въздух (за периода на охлаждане).

2.2. Базовите стойности на климатичните фактори са определени за девет климатични зони на страната съгласно картата и таблици 1 и 2 на приложение № 3.

3. Потребна и първична енергия

3.1. Общи положения

Изчисляването на потреблението на първична енергия се основава на енергиен баланс на сградата като интегрирана система за период от време един месец. Такъв подход налага съвместяване на нестационарни и стационарни компоненти на енергийните потоци по целия тракт - от енергообмена в отопляваното и/или охладданото пространство през системата за пренос и разпределение до генератора/преобразувателя на енергия. Това налага въвеждане на някои специфични определения, с които да се дефинират междинни граници на енергийния баланс.

При отсъствие на вътрешни източници/консуматори на топлина необходимата в границите на отопляваното или охлаждащото пространство енергия за поддържане на параметрите на микроклимата се нарича „**нетна енергия**”.

В действителност при реалната експлоатация на сградата съществуват източници/консуматори на топлина, които намаляват или увеличават количеството нетна енергия. Количеството енергия, което трябва да се внесе или отведе от отопляваното или охлаждащото пространство за поддържане на параметрите на микроклимата, представлява действително **потребната енергия**.

Когато към тази енергия се добавят загубите за преобразуване, пренос и разпределение, които се реализират в техническите системи на сградата, както и енергията за транспортиране на енергоносителите за тези системи и в тези системи, се получава енергията, която трябва да се достави до границите на сградата. **Това е брутната потребна енергия за сградата.**

Брутната потребна енергия за сградата има еквивалентна стойност на т.нар. „първична енергия”. Това е количеството енергия, получено като сума от доставената енергия и загубите от производството, преноса и разпределението до сградата, т.е. еквивалентното количество енергия, която не е била обект на процес на превръщане и/или преобразуване.

Част втора

ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ПОТРЕБНАТА ЕНЕРГИЯ В СГРАДИ

1.1. Изчислителният метод за определяне на брутната потребна енергия в сгради се основава на квазистационарен топлинен баланс на сградата, в който динамиката на топлообменните процеси се отчита с коефициенти на оползотворяване на топлинните печалби и топлинните загуби.

1.2. В случаите, когато в отопляемия/охлаждания 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, се налага топлинно зонироване.

1.3. Критерии за определяне на топлинна зона

Една топлинна зона включва пространства, които имат:

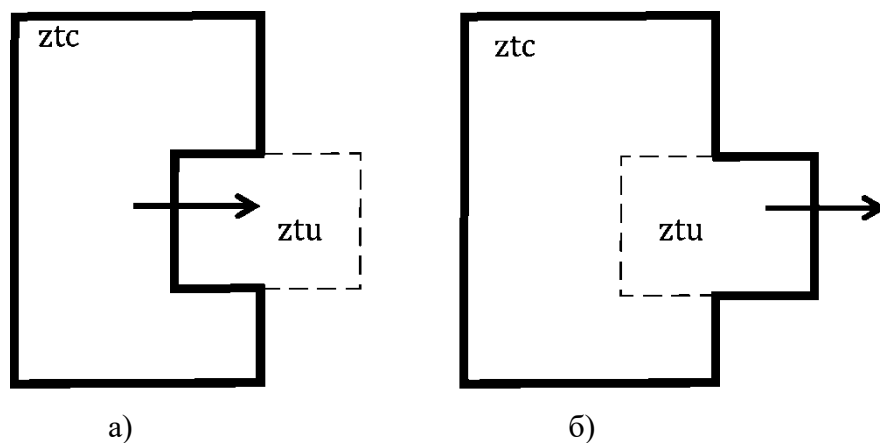
- а) еднакво функционално предназначение;
- б) еднакъв режим на обитаване;
- в) еднаква небесна ориентация на външните ограждащи елементи (за случаите, когато се изисква охлаждане);
- г) изискване за осигуряване на еднакви параметри на микроклимата в режим на отопление и охлаждане, при които температурната разлика между пространствата в един режим е по-малка от 4К;
- д) топло и/или студоснабдяване от една система.

1.4. Когато условията по т.1.3 не се изпълняват е необходимо да се извърши „**топлинно куплиране**“ на съседните зони, т.е. отчитане на топлообмена между зоните. Необходимите параметри за топлинното куплиране са: коефициент на топлопреминаване през вътрешния граничен ограждащ елемент, площта на този елемент, температурите в двете съседни зони и въздухообмена между тях.

1.5 Топлинно неклиматизирани зони

Разграничават се основно два вида топлинно неклиматизирани зони, във връзка с оценката на характеристиките на топлопреминаване и съответното регулиране на топлопренасянето и печалбите в топлинно неклиматизираната зона:

- външна неклиматизирана зона (z_{tue}): вътрешната преграда се приема като граница за топлопреминаването.
- вътрешна неклиматизирана зона (z_{tui}): външната преграда се приема като граница за топлопреминаването.



Фигура 1. Външна и вътрешна топлинно неклиматизирана зона: а) външна топлинно неклиматизирана зона (z_{tue}); б) вътрешна топлинно неклиматизирана зона (z_{tui})

Вътрешна топлинно неклиматизирана зона, z_{tui} , се прилага в ситуации, в които:

- топлинните характеристики и геометрията на външните елементи на конструкцията могат да се определят по-точно, отколкото характеристиките на вътрешните елементи; и
- вътрешните печалби и слънчевите печалби в съседни пространства не са преобладаващи.

1.6 При топлинно зонирание на сградата се прилагат следните правила:

а) отопляемата/охлажданата площ на зоната е разгънатата площ на пода на зоната, определена по външни размери от страната на ограждащите елементи, граничещи с външен 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 ($\theta_{i,H}$) се определя по формулата:

$$\theta_{i,H} = \frac{\sum_s V_s \theta_{i,s,H}}{\sum_s V_s} \quad (1.1),$$

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 ($\theta_{i,C}$) се определя по формулата:

$$\theta_{i,C} = \frac{\sum_s V_s \theta_{i,s,C}}{\sum_s V_s} \quad (1.2),$$

където:

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

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

Когато няма други геометрични характеристики, при изчисленията се допуска следното:

1) отопляемата и/или охлажданата площ (Аот./охл.) на жилищни сгради със светла височина 2,60 m да се определя по формулата:

$$A_{от./охл.} = 0,32 \cdot V_s \quad (1.3),$$

където V_s е брутният обем на отопляваното и/или охлажданото пространство;

2) нетният обем на жилищни и нежилищни сгради V да се определя по формулата:

$$V = 0,8 \cdot V_s \quad (1.4);$$

3) за най-често срещаните случаи кондиционираната площ се определя, както следва:

а) при $A_{от.} = A_{охл.}$, $A_{клим.} = A_{от.}$,

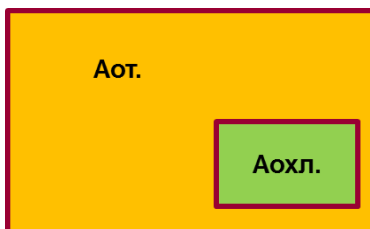
където:

$A_{от.}$ е площта на пода на отопляемия обем, m^2 ;

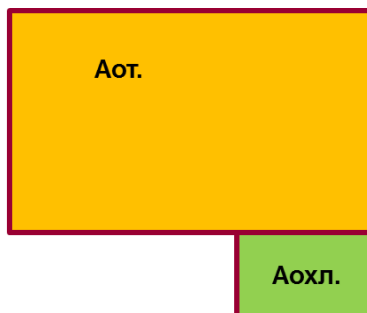
$A_{охл.}$ - площта на пода на охлаждания обем, m^2 ;

$A_{клим.}$ - площта на пода на климатизирувания обем, m^2 ;

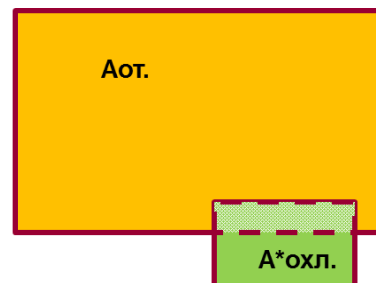
б) при $A_{от.} \neq A_{охл.}$ са възможни три типични случая, показани на фиг. 1.1, фиг.1,2 и фиг. 1.3, при които климатизираната площ се определя:



Фиг. 1.1



Фиг. 1.2



Фиг. 1.3

$$\text{Аклим.} = \text{Аот.}$$

$$\text{Аклим.} = \text{Аот.} + \text{Аохл.}$$

$$\text{Аклим.} = \text{Аот.} + \text{А}^*\text{охл.} \\ (\text{Аохл.} > \text{А}^*\text{охл.})$$

1.7 Топлинните печалби от вътрешни източници зависят от режима на експлоатация на сградата и мощността на използваните уреди.

В топлинните печалби топлината, отделена от хора, се отчита само с осезаемата съставяща.

1.8. 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.

1.9. В случаите, когато сградата е разделена на топлинни зони, енергийният баланс на зоната включва и топлинните потоци през разделящите ги ограждащи елементи, когато температурната разлика е равна или по-голяма от 5°C.

2. Годишна потребна енергия

Годишната потребна енергия (Q) в kWh за отопляване, вентилация, гореща вода за битови нужди, охлаждане и осветление се изчислява по следното балансово уравнение:

$$Q = Q_H + Q_{VE} + Q_W + Q_C + Q_L - Q_r, \quad (2.1),$$

където:

Q_H е годишната потребна енергия за отопляване, kWh;

Q_{VE} - годишната потребна енергия за вентилация, kWh;

Q_W - годишната потребна енергия за гореща вода за битови нужди, kWh;

Q_C - годишната потребна енергия за охлаждане, kWh;

Q_L - годишната потребна енергия за осветление, kWh;

Q_r - годишното количество регенерирана енергия в сградата, kWh.

3. Метод за изчисляване на потребната енергия

3.1. Потребна енергия за отопляване

За всяка топлинно климатизирана зона ztc на сградата потребната енергия за отопляване за всеки месец m от отоплителния период се изчислява по уравнението:

$$Q_{H,nd,ztc,m} = Q_{H,ht,ztc,m} - \eta_{H,gn,ztc,m} \cdot Q_{H,gn,ztc,m} \quad (3.1),$$

при условие че $Q_{H,nd,ztc,m} \geq 0$,

където:

$Q_{H,nd,ztc,m}$ е потребната енергия за отопляване на зоната ztc за месеца m , kWh;

$Q_{H,ht,ztc,m}$ - пълните топлинни загуби на зоната ztc за месеца m , определени съгласно т. 3.4, kWh;

$Q_{H,gn,ztc,m}$ - топлинните печалби в зоната ztc за месеца m , определени съгласно т. 3.6, kWh;

$\eta_{H,gn,ztc,m}$ - безразмерен фактор на оползотворяване на топлинните печалби в зоната ztc за месеца m, определен съгласно т. 3.10.1.

3.2. Потребна енергия за охлаждане

Когато в охлажданата зона ztc няма влагообмен, потребната енергия за охлаждане за всеки месец m се изчислява по уравнението:

$$Q_{C,nd,ztc,m} = Q_{C,gn,ztc,m} - \eta_{C,ht,ztc,m} \cdot Q_{C,ht,ztc,m} \quad (3.2),$$

при условие че $Q_{C,nd,ztc,m} \geq 0$,

където:

$Q_{C,nd,ztc,m}$ е потребната енергия за охлаждане на зоната ztc за месеца m, kWh;

$Q_{C,gn,ztc,m}$ са топлинните печалби в зоната ztc за месеца m, kWh;

$Q_{C,ht,ztc,m}$ - пълните топлинни загуби на зоната ztc за месеца m, kWh;

$\eta_{C,ht,ztc,m}$ - безразмерен фактор на оползотворяване на топлинните загуби в зоната ztc за месеца m, определен съгласно т. 10.2.

Особеностите на изчисляването на потребната енергия за охлаждане с отчитане на влагообмена са дадени в т. 11.

3.3. Потребна енергия за загряване на вода за битови нужди

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

$$Q_w = (\rho c)_w V_w (\theta_w - \theta_o), \text{ kWh} \quad (3.3)$$

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, $^{\circ}\text{C}$;

θ_o - температурата на студената вода, $^{\circ}\text{C}$.

3.4. Пълни топлинни загуби

Пълните топлинни загуби Q_{ht} в kWh за всяка зона ztc и за всеки месец m се определят като сума:

$$Q_{ht,ztc,m} = Q_{tr,ztc,m} + Q_{ve,ztc,m} \quad (3.4)$$

където:

$Q_{tr,ztc,m}$ са топлинните загуби на зоната ztc от топлопреминаване за месеца m, kWh;

$Q_{ve,ztc,m}$ - топлинните загуби на зоната ztc от вентилация за месеца m, kWh.

3.4.1. Топлинни загуби от топлопреминаване

Топлинните загуби $Q_{tr,ztc,m}$ в kWh от топлопреминаване се изчисляват за всяка зона ztc и за всеки месец m по формулите:

а) за периода на отопляване:

$$Q_{H;tr;ztc;m} = (H_{H;tr(excl.gf);ztc;m} (\theta_{int;calc;H;ztc;m} - \theta_{e;a;m}) + H_{gr;an;ztc;m} (\theta_{int;calc;H;ztc;m} - \theta_{e;a;an})) 0,001 \Delta t_m \quad (3.5)$$

б) за периода на охлаждане:

$$Q_{C;tr;ztc;m} = (H_{C;tr(excl.gf);ztc;m} (\theta_{int;calc;C;ztc;m} - \theta_{e;a;m}) + H_{gr;an;ztc;m} (\theta_{int;calc;C;ztc;m} - \theta_{e;a;an})) 0,001 \Delta t_m \quad (3.6)$$

където:

$H_{H;tr(excl.gf);ztc;m}$	е общият коефициент на топлопренасяне при топлопреминаване при отопление, съответно охлаждане, за всички сградни елементи, освен елементите, свързани със земната основа, W/K;
$\theta_{int;calc;H;C;ztc;m}$	е изчислената температура на зоната при отопление, съответно охлаждане, с отчитане на периодичността на отоплението/охлаждането, °C;
$\theta_{e;a;m}$	е средномесечната температура на въздуха на външната среда, °C;
$H_{gr;an;ztc;m}$	е коефициентът на топлопренасяне през земната основа за сградни елементи в топлинен контакт със земната основа, включително сутеренни подови плочи, подови плочи над въздушно пространство и сутерени, за топлинната зона ztc и месец m , въз основа на годишната температурна разлика, определен по Приложение „Топлопреминаване през подови конструкции“, БДС EN ISO 13789 и БДС EN ISO 13370, W/K;
$\theta_{e;a;an}$	е средната температура на външната среда за цялата година, °C;
Δt_m	е продължителността на месеца m , h.

3.4.1.1 Общ коефициент на топлопренасяне при топлопреминаване

Общият коефициент на топлопренасяне при топлопреминаване при отопление, съответно охлаждане, за всички сградни елементи, освен елементите, свързани със земната основа, за топлинно климатизираната зона ztc и месец m , $H_{H;tr(excl.gnd.flr);m}$, W/K, се изчислява по следната формула:

$$H_{H;tr(excl.gf);ztc;m} = \sum_k (H_{H;C;el,k;m}) + H_{tr;tb;ztc} \quad (3.7)$$

където, за всеки месец m :

$H_{H;C;el,k;m}$	е общият коефициент на топлопренасяне при топлопреминаване при отопление, съответно охлаждане, за сградния елемент k , през месец m , определен, както е описано по-долу, W/K;
$H_{tr;tb;ztc}$	е общият коефициент на топлопренасяне за топлинни мостове в топлинно климатизираната зона ztc , W/K.

Общият коефициент на топлопренасяне при топлопреминаване при отопление, съответно

охлаждане, за сграден елемент k , през месец m , $H_{H/C;el;k;m}$, в W/K, се изчислява по следните формули:

При елементи, свързани с външната среда:

$$H_{H/C;el;k;m} = U_{H/C;k;m} \cdot A_{el;k} \quad (3.8)$$

При елементи, свързани със съседна топлинно неклиматизирана зона от външен вид:

$$H_{H;el;k;m} = b_{ztu;k;m} \cdot U_{H;k;m} \cdot A_{el;k} \quad (3.9)$$

При елементи, свързани със съседна топлинно неклиматизирана зона от вътрешен вид:

$$H_{H;el;k;m} = (1 - b_{ztu;k;m}) \cdot U_{H;tr;k;m} \cdot A_{el;k} \quad (3.10)$$

където, за всеки месец m :

$U_{H/C;k;m}$ е коефициентът на топлопреминаване, изчислен, както е описано по-долу, W/(m²·K);

$b_{ztu;k}$ е коефициентът на регулиране за съседна топлинно неклиматизирана зона k , както е определен по-долу;

$A_{el;k}$ е площта на елемент от обвивката на сградата, изчислена за всички типове сградни елементи съгласно БДС EN ISO 13789.

Коефициентът на топлопреминаване на всеки сграден елемент, несвързан със земната основа, $U_{H/C;m}$, се изчислява по следния начин:

Коефициентът на топлопреминаване на непрозрачни сградни елементи, $U_{c;op}$, се изчислява съгласно БДС EN ISO 13789.

Коефициентът на топлопреминаване на прозорци и врати, U_w и U_d , се изчислява съгласно БДС EN ISO 13789.

В случай на прозорци, когато са налице капаци, коефициентът на топлопреминаване на прозорец със затворени капаци, U_{wshl} , W/(m²·K), се изчислява съгласно БДС EN ISO 13789. Коефициентът на топлопреминаване на окачена фасада, U_{cw} , се изчислява съгласно БДС EN ISO 13789.

Коефициентът на регулиране и разпределение $b_{ztu;k;m}$, за топлинно неклиматизирана зона през месец m , се изчислява чрез:

$$b_{ztu;m} = \frac{H_{ztu;e;m}}{H_{ztu;tot;m}} \quad (3.11)$$

$$H_{ztu;tot;m} = \sum_j (H_{ztc;j;ztu;m}) + H_{ztu;e;m} \quad (3.12)$$

Коефициентът на разпределение в случай на множество съседни топлинно климатизирани зони се изчислява чрез:

Ако има повече от една съседна топлинно климатизирана зона, ztc,j :

$$F_{ztc,i;ztu;m} = \frac{H_{ztc,i;ztu;m}}{\sum_j (H_{ztc,j;ztu;m})} \quad (3.13)$$

Ако има само една съседна топлинно климатизирана зона ztc :

$$F_{ztc;ztu;m} = 1 \quad (3.14)$$

където:

$F_{ztc,i;ztu;m}$ е коефициентът на разпределение на топлопренасянето между топлинно климатизираната зона i и съседната топлинно неклиматизирана зона ztu , за месец m ;

$b_{ztu;m}$ е коефициентът на регулиране за топлинно неклиматизираната съседна зона ztu , през месец m ;

$H_{ztu;e;m}$ е коефициентът на топлопренасяне между топлинно неклиматизираната зона ztu и външната среда за месец m , определена съгласно БДС EN ISO 13789, W/K;

$H_{ztu;tot;m}$ е сумата от коефициентите на топлопренасяне между топлинно неклиматизираната зона ztu , съседната топлинно климатизирана зона(и) и външната среда за месец m , W/K;

$H_{ztc,j;ztu;m}$ е коефициентът на топлопренасяне между топлинно климатизираната зона ztc,j и топлинно климатизираната зона ztu за месец m , определена съгласно БДС EN ISO 13789, W/K;

ztc,j е индексът на която и да било топлинно климатизирана зона, съседна на топлинно неклиматизираната зона ztu .

3.4.1.2 Общ коефициент на топлопренасяне при топлинни мостове

Общият коефициент на топлопренасяне при топлинни мостове, $H_{tr;tb;zt}$, W/K, се изчислява по следната формула:

$$H_{tr;tb;zt} = \sum_k (l_{tb,k} \Psi_{tb,k}) + \sum_j \chi_j \quad (3.15),$$

където:

$l_{tb,k}$ - дължината на k -тия линеен топлинен мост, m ;

$\Psi_{tb,k}$ - линейният коефициент на топлопреминаване на k -тия линеен топлинен мост, W/mK;
 χ_j - коефициентът на пренос на топлина през j -тия точков топлинен мост, W/K.

3.4.1.3 Изчислителна температура в некондиционирана зона

Температурата в топлинно некондиционирана зона е необходима като изходна променлива за оценка на топлинните загуби.

Средномесечната температура във външна или вътрешна топлинно неклиматизирана зона k , $\theta_{ztu,k;m}$, в °C, се изчислява чрез:

$$\theta_{ztu,k;H/C;m} = \theta_{e;a;m} + b_{ztu,k;m} \cdot (\theta_{calc;H/C;ztc;j;m} - \theta_{e;a;m}) \quad (3.16)$$

където, за всеки месец m

$b_{ztu,k;m}$ е коефициентът на регулиране за топлинно неклиматизирана съседна зона k , през месец m ;

$\theta_{calc;H/C;ztc;j;m}$ е изчислителната температура на съседната топлинно климатизирана зона j за отопление/охлаждане, °C. В случай на множество съседни топлинно климатизирани зони, температурите се претеглят съобразно коефициента на разпределение при топлопренасянето между топлинно климатизираната зона ztc_j и топлинно неклиматизираната зона k , $F_{ztc,j;ztu,k;m}$, както е определено в 3.4.1.1;

$\theta_{e;a;m}$ е средномесечната температура (на въздуха) на външната среда, °C.

Температурата на топлинно неклиматизираната зона изключва влиянието на вътрешните или слънчевите печалби. Ако има такива, същите се приписват на съседните топлинно климатизирани зони.

Ако в приложимия стандарт за системата, използващ тази температура като входни данни, не може да се направи разграничение между режим на отопление и охлаждане, температурата за режим на отопление и охлаждане трябва да се претегля на месечна база, съгласно нуждите от отопление и охлаждане.

3.4.1.4 Изчислителна температура в кондиционирана зона и режими на периодичност

A. Зададени стойности на температурата и режими

Режимите на отопление и охлаждане може да се осъществяват при различни условия, като:

- отопление и/или охлаждане при постоянна зададена стойност на температурата;
- периодично отопление или охлаждане: понижена зададена стойност на температурата за през деня/нощта и/или уикенда и/или изключване;
- периоди на необитаване (например почивки).

За всеки месец, профилът на зададената стойност на вътрешната работна температура при отопление, $\theta_{\text{int;set;H;ztc}}$, и охлаждане, $\theta_{\text{int;set;C;ztc}}$, за всяка топлинно климатизирана зона, ztc , трябва да бъде получен за работните дни от седмицата, уикенда и периодите на необитаване. Първо, се установява дали е налице период на необитаване или не. След това (отделно за периодите на обитаване и необитаване, ако е подходящо) се определя дали зададената стойност на температурата е константа или не.

За непрекъснато отопление при константна зададена стойност на температурата през целия месец следва да се използва като изчислителна температура за зоната $\theta_{\text{int;calc;H}}$, °C зададената стойност на температурата за осигуряване на топлинния комфорт при отопление $\theta_{\text{int;H;set;ztc}}$, °C.

За непрекъснато охлаждане при константна зададена стойност на температурата през целия месец следва да се използва като изчислителна температура за зоната $\theta_{\text{int;calc;C}}$, °C зададената стойност на температурата за осигуряване на топлинния комфорт при охлаждане $\theta_{\text{int;C;set;ztc}}$, °C.

Б. Корекции за периодично отопление

В случай на отопление при променливи зададени стойности на температурата и/или с периоди на изключване, изчислителната температура на зоната при отопление $\theta_{\text{int;calc;H;m}}$, в °C, се определя по следната формула:

$$\theta_{\text{int;calc;H;ztc;m}} = a_{\text{H;red;ztc;m}} \times (\theta_{\text{int;set;H;ztc}} - \theta_{\text{e;a;m}}) + \theta_{\text{e;a;m}} \quad (3.17)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc и месец m :

$\theta_{\text{int;set;H;ztc}}$ е нормалната (ниво на топлинен комфорт) зададена стойност на температурата при отопляване на зоната, °C;

$\theta_{\text{e;a;m}}$ е средномесечната температура на въздуха на външната среда, °C;

$a_{\text{H;red;ztc;m}}$ е коефициентът на намаление при периодично отопление, определен както следва:

$$a_{\text{H;red;ztc;m}} = 1 - \left(1 - a_{\text{H;red;day;ztc;m}}\right) - \left(1 - a_{\text{H;red;night;ztc;m}}\right) - \left(1 - a_{\text{H;red;wknd;ztc;m}}\right) \quad (3.18)$$

като:

$$a_{\text{H;red;y;ztc;m}} = 1 - f_{\text{H;red;y;ztc}} + f_{\text{H;red;y;ztc}} \cdot d\theta_{\text{H;red;mn;y;ztc;m}} \quad (3.19)$$

като

$$f_{\text{H;red;y;ztc}} = \frac{\Delta t_{\text{H;red;y;ztc}} \cdot n_{\text{rep;H;red;y;ztc}}}{24 \times 7} \quad (3.20)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc и месец m :

$a_{\text{H;red;y;ztc;m}}$ е коефициентът на намаление за периодично отопление с понижена зададена стойност, като y = ден, нощ или уикенд.

$f_{H;red;y;ztc}$	е относителната част от времето ($y = \text{ден, нощ или уикенд}$) с понижена зададена стойност при отопление;
$n_{rep;H;red;y;ztc}$	е броят на повторенията в седмицата на периода с понижена стойност y ;
$d\theta_{H;red;mn;y;ztc;m}$	е осредненото (относително) намаление на температурната разлика през периода с понижена зададена стойност на температурата;
$\Delta t_{H;red;y;ztc}$	е продължителността на периода с понижена зададена стойност при отопление ($y = \text{ден, нощ или уикенд}$), h.

Безразмерното (относително) намаление $d\theta_{set;H;low;y;ztc;m}$ на зададената стойност, свързано с разликата с външната температура, се изчислява, както следва:

$$\text{Ако } (\theta_{int;set;H;ztc} - \theta_{e;a;m}) \leq 0: d\theta_{set;H;low;y;ztc;m} = 1$$

$$\text{и ако } (\theta_{int;set;H;low;y;ztc} - \theta_{e;a;m}) \leq 0: d\theta_{set;H;low;y;ztc;m} = 0$$

В противен случай:

$$d\theta_{set;H;low;y;ztc;m} = \frac{\theta_{int;set;H;low;y;ztc} - \theta_{e;a;m}}{\theta_{int;set;H;ztc} - \theta_{e;a;m}} \quad (3.21)$$

където:

$\theta_{int;set;H;low;y;ztc}$ е понижената („икономично ниво“) зададена стойност на температурата при отопление на зоната през периода на периодичност y , °C.

V. Корекции при периодично охлаждане

Корекциите в случай на охлаждане при променлива зададена стойност на температурата и/или с периоди на изключване се прилагат към нуждите от охлаждане, а не към изчислителната температура. Изчислителната температура на зоната при охлаждане, $\theta_{int;calc;C;m}$, в °C, остава същата, както при непрекъснато охлаждане.

Безразмерният коефициент на намаление при периодично охлаждане $a_{C;red}$, се изчислява, както следва:

Намалението на нуждите от охлаждане се изчислява само, ако охлаждането е намалено или изключено през целия уикенд (т.е. поне 48 часа/седмица). Ако това условие не е изпълнено, то $a_{C;red;ztc;m} = 1$.

Безразмерният коефициент на намаление при периодично охлаждане $a_{C;red;ztc;m}$, в случай на намаление или изключване през уикенда, се изчислява по следната формула:

$$a_{C;red;ztc;m} = a_{C;red;wknd;ztc;m} = \left(1 - f_{C;red;wknd;ztc}\right) + b_{C;red;wknd} \cdot f_{C;red;wknd;ztc} \quad (3.22)$$

като

$$f_{C;red;wknd;ztc} = \frac{\Delta t_{C;red;wknd;ztc} \times n_{rep;C;red;wknd;ztc}}{24 \times 7} \quad (3.23)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc :

$f_{C;red;wknd;ztc}$	е относителната част от седмицата с периодичност;
$n_{rep;C;red;wknd;ztc}$	е броят на повторенията в седмицата на тази периодичност;
$\Delta t_{C;red;wknd;ztc}$	е продължителността на уикенда с понижена зададена стойност на температурата при охлаждане или прекъсване, h;
$b_{C;red;wknd} = 0,3$	- емпиричен коефициент на корелация.

Г. Корекции за периоди на необитаване

При някои категории сгради или пространства, като например „сгради за образование“, периодите на необитаване през отоплителния или охладителния сезон, като периоди на ваканции, водят до намаление на потребната енергия за отопление или охлаждане на пространството.

Нуждите от отопление и охлаждане, при отчитане на периоди на необитаване, $Q_{H;nd;ztc;m}$ и $Q_{C;nd;ztc;m}$, в kWh, се изчисляват по следния начин. Ако месецът включва период на необитаване, изчислението се прави два пъти:

а) с настройките за обитаване, (нормално) отопление/охлаждане, и

б) с настройките за необитаване, след което резултатите се подлагат на линейна интерполация съобразно частта на времето в режим на необитаване спрямо тази в режим на обитаване,

както е показано със следващите формули:

$$Q_{H;nd;ztc;m} = (1 - f_{H,nocc;ztc;m}) \cdot Q_{H;nd;nocc;ztc;m} + f_{H,nocc;ztc;m} \cdot Q_{H;nd;nocc;ztc;m} \quad (3.24)$$

$$Q_{C;nd;ztc;m} = (1 - f_{C,nocc;ztc;m}) \cdot Q_{C;nd;nocc;ztc;m} + f_{C,nocc;ztc;m} \cdot Q_{C;nd;nocc;ztc;m} \quad (3.25)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc и месец m :

$Q_{H/C;nd;nocc;ztc;m}$ са енергийните нужди от отопление/охлаждане, изчислени съгласно 3.1 (отопление) или 3.2 (охлаждане), като за всички дни от месеца се приемат настройките на управленията и термостатите през периода на обитаване, в kWh.

$Q_{H/C;nd;nocc;ztc;m}$ са енергийните нужди от отопление/охлаждане, изчислени съгласно 3.1 (отопление) или 3.2 (охлаждане), като за всички дни от месеца се приемат настройките на управленията и термостатите през периода на необитаване, в kWh.

$f_{H/C;nocc;ztc;m}$ е частта от месеца, която представлява периодът на необитаване (отопление/ охлаждане) (например 10/31).

3.5. Теплопренасяне при вентилация

Топлинните загуби от вентилация се изчисляват за всяка зона ztc и за всеки месец m по формулата:

$$Q_{H/C;ve;ztc;m} = H_{H/C;ve;ztc;m} \cdot (\theta_{int;calc;H/C;ztc} - \theta_{e;a;m}) \cdot \Delta t_m \quad (3.26),$$

където:

$H_{H/C;ve;ztc;m}$ е общият коефициент на топлопrenaсяне при вентилация при отопление/охлаждане, W/K;

$\theta_{int;calc;H/C;ztc}$ е вътрешната изчислителна температура на зоната при отопление/охлаждане, °C;

$\theta_{e;a;m}$ е средномесечната температура (на въздуха) на външната среда, °C;

Δt_m е продължителността на месеца m , h.

Стойността на общия коефициент на топлопrenaсяне при вентилация $H_{H/C;ve;ztc;m}$, W/K, се изчислява по следната формула:

$$H_{H/C;ve;ztc;m} = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_k (b_{ve,k;H/C;m} \cdot q_{V,k;H/C;m} \cdot f_{ve,dyn;k;m}) \quad (3.27)$$

където:

$H_{H/C;ve;ztc;m}$ е общият коефициент на топлопrenaсяне при вентилация при отопление/охлаждане за топлинно климатизираната зона ztc за месеца m , W/K;

$\rho_a \cdot c_a = 0,34 \text{ Wh/m}^3\text{K}$ е обемният топлинен капацитет на въздуха за всеки елемент на въздушния поток;

$q_{V,k;H/C;m}$ е месечната осреднена по време стойност на въздушния поток на елемент на въздушния поток, k , постъпващ в топлинната зона, m^3/h ;

$b_{ve,k;H/C;m}$ е безразмерен коефициент на регулиране на температурата за елемент на въздушния поток k , при отопление/охлаждане;

$f_{ve,dyn;k;m}=1$ е коефициентът за корекция на динамиката на елемент на въздушния поток k ,

k представлява всеки един от приложимите елементи на въздушния поток, като инфилтрация на въздух, естествена вентилация, механична вентилация и/или допълнителна вентилация при охлаждане нощно време.

Коефициентът за регулиране на температурата $b_{ve,k;H/C;m}$, за въздушен поток k се определя, както следва:

$$b_{ve,k;H/C;m} = \frac{(\theta_{calc;H/C;m} - \theta_{sup,k;H/C;m})}{(\theta_{calc;H/C;m} - \theta_{e;a;m})} \quad (3.28)$$

където:

$b_{ve,k;H/C;m}$ е коефициентът на регулиране на температурата за въздушен поток k , при отопление/охлаждане;

$\theta_{calc;H/C;ztc;m}$ е изчислителната температура на зоната при отопление/охлаждане, °C;

$\theta_{sup,k;H/C;m}$ е температурата на подаване на въздушен поток k , при отопление/охлаждане, °C;

$\theta_{e;a;m}$ е средномесечната температура на въздуха на външната среда, °C.

Стойността $b_{ve,k;H/C;m} \neq 1$, ако температурата на подаване, $\theta_{sup,k;H/C;m}$, не е равна на температурата на външната среда.

При вентилация, включително инфилтрация на въздух, от топлинно неклиматизирана зона от външен или вътрешен вид коефициентът на регулиране на температурата, $b_{ve,k;H/C;m}$, за въздушен поток k е равна на коефициента на регулиране за топлинно неклиматизирани зони:

$$b_{ve,k;H/C;m} = b_{ztu;m} \quad (3.29)$$

където, за всеки месец m

$b_{ve,k;H/C;m}$ е коефициентът на регулиране на температурата за въздушен поток k , при отопление/охлаждане;

$b_{ztu;m}$ е коефициентът на регулиране за топлинно неклиматизираната зона ztu .

3.6. Вътрешни топлини печалби

3.6.1 Общи вътрешни топлини печалби

За топлинно климатизирана зона ztc топлинните печалби от вътрешни топлинни източници при отопление/охлаждане, $Q_{H/C;int;ztc;m}$, в kWh, се изчисляват по следната формула:

$$Q_{H/C;int;ztc;m} = Q_{H/C;int;dir;ztc;m} \quad (3.30)$$

В случай на една или повече съседни топлинно неклиматизирани зони се прилага уравнението:

$$Q_{H/C;int;ztc;m} = Q_{H/C;int;dir;ztc;m} + \sum_{k=1}^n \left[\left(1 - b_{ztu,k;m}\right) \cdot F_{ztc;ztu,k;m} \cdot f_{gn;max;H;ztu,k;m} \cdot Q_{H/C;int;dir;ztu,k} \right] \quad (3.31)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc и месец m :

$Q_{H/C;int;dir;zt;c;m}$	са месечните вътрешни топлинни печалби в самата топлинно климатизирана зона zt , при отопление/охлаждане, kWh;
$b_{ztu,k;m}$	е коефициентът на регулиране за съседна топлинно неклиматизирана зона k ;
$F_{ztc;ztu,k;m}$	е коефициентът на разпределение на печалбите в топлинно неклиматизираната зона k , приписвани на съседната топлинно климатизирана зона zt ;
$f_{gn;max;H;ztu,k;m}$	е коефициентът на намаление за избягване завишаването на оценката на печалбите в топлинно климатизираната зона k за режим на отопление, както е определен в т.3.7.4.4 W/K;
$Q_{H/C;int;dir;ztu,k;m}$	са месечните вътрешни печалби на самата съседна топлинно неклиматизирана зона k от вътрешен или външен вид при отопление/охлаждане, kWh.

3.6.2. Източници на вътрешни топлинни печалби

За всяка топлинно климатизирана или неклиматизирана зона zt и за всеки месец m , топлинните печалби от вътрешни топлинни източници в една зона, независимо от това дали е топлинно климатизирана или не, $Q_{int;dir;zt}$, в kWh, се изчисляват по следната формула:

$$Q_{H/C;int;dir;zt;m} = \left(\begin{array}{l} Q_{H/C;spec;int;oc;zt;m} + Q_{H/C;spec;int;A;zt;m} + Q_{H/C;spec;int;L;zt;m} \\ + Q_{H/C;spec;int;WA;zt;m} + Q_{H/C;spec;int;HVAC;zt;m} + Q_{H/C;spec;int;proc;zt;m} \end{array} \right) \times A_{use;zt} \quad (3.32)$$

където, за топлинната зона zt и месец m :

$Q_{H/C;spec;int;oc;zt;m}$	са специфичните вътрешни топлинни печалби, дължащи се на метаболитната топлина от обитателите, при отопление/охлаждане, kWh/m ² ;
$Q_{H/C;spec;int;A;zt;m}$	са специфичните вътрешни топлинни печалби, дължащи се на разсеяна топлина от уредите, при отопление/охлаждане, kWh/m ² ;
$Q_{H/C;spec;int;L;zt;m}$	са специфичните вътрешни топлинни печалби, дължащи се на регенерируеми загуби от осветление, при отопление/охлаждане, kWh/m ² ;
$Q_{H/C;spec;int;WA;zt;m}$	са специфичните вътрешни топлинни печалби, дължащи се на регенерируеми загуби от системи за топла и студена вода и канализация, при отопление/охлаждане, kWh/m ² ;
$Q_{H/C;spec;int;HVAC;zt;m}$	са специфичните вътрешни топлинни печалби, дължащи се на регенерируеми загуби от или за системи за отопление, охлаждане и вентилация, при отопление/охлаждане, kWh/m ² . При изчисляване на

специфичните за системата енергийни нужди, могат да бъдат приложими специфични за системата стойности;

$Q_{H/C;spec;int;proc;zt;m}$ са специфичните вътрешни топлинни печалби, дължащи се на регенерируеми загуби от или за процеси и стоки, при отопление/охлаждане, kWh/m²;

$A_{use;zt}$ е полезната подова площ на зоната, m².

Източник на студ, отвеждащ топлината от сграда (зона), се третира като източник с отрицателна стойност.

Топлинните печалби от вътрешен източник за всяка зона и за определен период от време се изчисляват по формулата:

$$Q_{int,k} = \frac{1}{1000} \Phi_{int,k} \cdot t, \text{ kWh} \quad (3.33)$$

където:

$Q_{int,k}$ са топлинните печалби в зоната от източника k , kWh;

$\Phi_{int,k}$ - средната по време стойност на топлинния поток от вътрешния източник k , W;

t – продължителност на изчислителния период в часове.

3.7. Топлинни печалби от слънчевото греене

3.7.1 Общи топлинни печалби от слънчевото греене

За топлинно климатизираната зона ztc топлинните печалби от слънчевото греене при отопление/охлаждане, $Q_{H/C;sol;ztc;m}$, в kWh, се изчисляват по следната формула:

$$Q_{H/C;sol;ztc;m} = Q_{H/C;sol;dir;ztc;m} \quad (3.34)$$

В случай на една или повече съседни топлинно неклиматизирани зони се използва уравнението:

$$Q_{H/C;sol;ztc;m} = Q_{H/C;sol;dir;ztc;m} + \sum_{k=1}^n \left[\left(1 - b_{ztu,k;m} \right) \cdot F_{ztc;ztu,k;m} \cdot f_{gn,max;H;ztu,k;m} \cdot Q_{H/C;sol;dir;ztu,k} \right] \quad (3.35)$$

където, за всяка топлинно неклиматизирана зона ztc и месец m :

$Q_{H/C;sol;dir;ztc;m}$ са месечните слънчеви топлинни печалби в самата топлинно климатизирана зона ztc , kWh;

$b_{ztu,k;m}$ е коефициентът на регулиране за съседна топлинно неклиматизирана зона k ;

$F_{ztc;ztu,k;m}$ е коефициентът на разпределение на печалбите в топлинно неклиматизираната зона k , приписван на съседната топлинно

климатизирана зона ztc ;

$f_{gn;max;H;ztu,k;m}$ е коефициентът на намаление за избягване на завишената оценка на печалбите в топлинно неклиматизираната зона k за режим на отопление;

$Q_{H/C;sol;dir;ztu,k;m}$ са месечните слънчеви топлинни печалби на самата съседна топлинно неклиматизирана зона k от външен или вътрешен вид ,kWh.

3.7.2. Елементи на слънчевите топлинни печалби (Изм. - ДВ, бр. 3 от 2023 г., в сила от 10.01.2023 г., изм. - ДВ, бр. 18 от 2024 г., в сила от 01.03.2024 г.)

За всяка топлинно климатизирана или неклиматизирана зона zt и за всеки месец m , слънчевите топлинни печалби в зоната, независимо от това дали е климатизирана или не, при отопление/охлаждане, $Q_{sol;dir;zt}$, в kWh, се изчисляват по следната формула:

$$Q_{H/C;sol;dir;zt;m} = \sum_{k=1} Q_{H/C;sol;wi,k} + \sum_{k=1} Q_{H/C;sol;op,k} \quad (3.36)$$

където, за всеки елемент k и месец m :

$Q_{H/C;sol;wi;k;m}$ са месечните слънчеви печалби през прозрачен елемент wi,k , при отопление/охлаждане, kWh;

$Q_{H/C;sol;op;k;m}$ са месечните слънчеви печалби през непрозрачен елемент op,k , при отопление/охлаждане, kWh.

Топлинният поток от слънчеви печалби през прозрачен елемент на обвивката (по-нататък наричани прозорци) wi , $Q_{H/C;sol;wi;m}$, в kWh, се изчислява по следната формула:

$$Q_{H/C;sol;wi;m} = g_{gl;wi;H/C;m} \cdot A_{wi} \cdot (1 - F_{fr;wi}) \cdot F_{sh;obst;wi;m} \cdot H_{sol;wi;m} - Q_{sky;wi;m} \quad (3.37)$$

където, за всеки прозорец wi и месец m ;

$g_{gl;wi;H/C;m}$ е безразмерната средномесечна ефективна сумарна пропускливост за слънчева енергия, при отопление/охлаждане , т.3.7.4.2;

A_{wi} е площта на прозореца wi , както е определена за характеристиките на топлопреминаване, в m^2 . В случай на издадени елементи, трябва да се използва площта на проекция;

$F_{fr,wi}$ е частта на площта на рамката на прозореца wi , която представлява съотношението между площта на проекцията на рамката и общата площ на проекцията на остъкления елемент на прозореца wi .

$F_{sh;obst;wi;m}$ е безразмерен коефициент на засенчване от външни препятствия,

$H_{sol;wi;m}$ е месечното слънчево облъчване на всяка площ на елемента, с ъгъл на наклон

β_{wi} и ъгъл на ориентация γ_{wi} , kWh/m².

$Q_{sky;wi;m}$ е месечният допълнителен топлинен поток, дължащ се на топлинно лъчение към небето, kWh.

β_{wi} е ъгълът на наклона на прозореца wi (спрямо хоризонталата, измерен при обрънат нагоре елемент), получен въз основа на геометричните данни на конструктивния елемент, в градуси.

γ_{wi} е ъгълът на ориентация на прозореца wi , получен въз основа на геометричните данни на конструктивния елемент, в градуси (изразен като географски азимутен ъгъл на хоризонталната проекция на наклонената повърхност; практика: ъгъл от юг, на изток положителен, на запад отрицателен).

Топлинният поток от слънчеви печалби през непрозрачен елемент k на обвивката, при отопление/ охлаждане, $Q_{H/C;sol;k;m}$, в kWh, през месец m , се изчислява по следната формула:

$$Q_{H/C;sol;op;k;m} = \alpha_{sol;k} \cdot R_{se;k} \cdot U_{c;op;k} \cdot A_{c;k} \cdot F_{sh;obst;k;m} \cdot H_{sol;k;m} - Q_{sky;k;m} \quad (3.38)$$

където, за всеки непрозрачен елемент k и месец m :

$\alpha_{sol;k}$ е безразмерният коефициент на поглъщане на слънчевата енергия със стойности, показани в Таблица 1.

Таблица 1

Цвят на външната повърхност	Коефициент на поглъщане α_{sol}
- светъл цвят	0,3
- среден цвят	0,6
- тъмен цвят	0,9

$R_{se;k}$ е топлинното съпротивление на външна повърхност, $R_{se} = 1/(h_{ce} + h_{re})$, в съответствие с БДС EN ISO 6946 и БДС EN ISO 13789, m²K/W;

$U_{c;op;k}$ е коефициентът на топлопреминаване, W/(m²·K);

$A_{c;k}$ е площта на елемента/проекцията, m².

3.7.3. Топлинно излъчване към небето

Месечният топлинен поток, дължащ се на топлинното лъчение към небето, $Q_{sky;m}$, за специфичен сграден елемент k на обвивката, през месец m , в kWh, се получава по следната формула:

$$Q_{\text{sky};k;m} = 0,001 \times F_{\text{sky};k} \cdot R_{\text{se};k} \cdot U_{\text{c};k} \cdot A_{\text{c};k} \cdot h_{\text{lr};e;k} \cdot \Delta\theta_{\text{sky};m} \cdot \Delta t_m \quad (3.39)$$

където, за всеки елемент k и месец m :

$F_{\text{sky};k}$ е коефициентът на видимост между елемента и небето, със стойности, показани в Таблица 2.

Таблица 2

	Незасенчван хоризонтален покрив	Незасенчвана вертикална стена
F_{sky}	1,0	0,5

$R_{\text{se};k}$ е топлинното съпротивление на външна повърхност на елемента, $R_{\text{se}} = 1/(h_{\text{ce}} + h_{\text{re}})$, $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$;

$U_{\text{c};k}$ е коефициентът на топлопреминаване на елемента, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

$A_{\text{c};k}$ е площта на елемента/проекцията на елемента, m^2 ;

$h_{\text{lr};e;k}$ е коефициентът на топлопренасяне при външно дълговълново излъчване, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Изчислява се по формулата:

$$h_{\text{lr};e;k} = 4\varepsilon\sigma(\theta_{\text{ss}} + 273)^3, \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

в която:

ε е степента на чернота на повърхността;

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W}/\text{m}^2\text{K}^4$ - константата на Стефан - Болцман;

θ_{ss} - средната аритметична стойност на температурата на повърхността и температурата на небосвода, $^{\circ}\text{C}$. Когато няма други данни, се приема 10°C .

$\Delta\theta_{\text{sky};m} = 11 \text{ K}$, осреднената разлика между приведената температура на небето и температурата на въздуха;

Δt_m е продължителността на месеца m , h.

3.7.4. Някои специфични особености на параметрите участващи в изчисляването и баланса на топлинните потоци от слънцегреене

3.7.4.1 Площ на остъклената част на прозорците

Остъклената площ $A_{\text{gl};wi}$ на прозоречния елемент wi , се изчислява по следната формула:

$$A_{\text{gl};wi} = (1 - F_{\text{fr};wi}) \cdot A_{wi} \quad (3.40)$$

където, за прозоречния елемент w_i ;

$F_{fr;w_i}$ е частта от площта на рамката;

A_{w_i} е площта на прозоречния елемент w_i , m^2 . В случай на издадени компоненти, трябва да се използва площта на проекцията.

3.7.4.2 Сумарна пропускливост за слънчева енергия на прозрачни елементи

Сумарната пропускливост на слънчева енергия от остъкляването на прозорец w_i , $g_{gl;w_i}$, е съотношение между енергията, преминаваща през прозореца и тази, падаща върху него. Влиянието на преминаването през, поглъщането от и (многократното) отразяване от самия прозорец и други слоеве е включено в сумарната пропускливост на слънчева енергия.

Сумарната пропускливост на слънчева енергия зависи от ъгъла на падане (височина и азимут) на падащото слънчево лъчение. Претеглената по време осреднена стойност, необходима за изчисленията, е малко по-малка от $g_{gl;n}$. За това се използва корекционен коефициент, F_w , и следната формула:

$$g_{gl;w_i} = F_w \cdot g_{gl;n;w_i} \quad (3.41)$$

където

$g_{gl;w_i}$ е сумарната пропускливост на слънчева енергия (коригирана за ъгъла на падане);

F_w е корекционен коефициент за неразсейващо остъкляване, Таблица 3;

$g_{gl;n;w_i}$ е пропускливостта на слънчева енергия при лъчение, перпендикулярно на остъкляването, Таблица 3;

Таблица 3

Коефициент за корекция и претегляне на g -стойността при неразсейващи и разсейващи прозрачни остъкления:		
F_w	a_{gl}	alt_g
0,90	0,75	45
Стойности по подразбиране на сумарната пропускливост на слънчева енергия при перпендикулярен ъгъл на падане, $g_{gl;n;w_i}$, при типични видове остъкляване		
Вид		$g_{gl;n;w_i}$
Единичен стъклопакет		0,85
Двоен стъклопакет		0,75
Двоен стъклопакет със селективно нискоемисионно покритие		0,67
Троен стъклопакет		0,70
Троен стъклопакет с две селективни нискоемисионни покрития		0,50
Двоен прозорец		0,75

За прозорци с разсейващо остъкляването или приспособления за засенчване от слънчево греене, пропускливостта на слънчева енергия при лъчение, перпендикулярно на

остъкляването (перпендикулярен ъгъл на падане), $g_{gl,n}$, може да доведе до значително подценяване на пропускливостта на слънчева енергия. Сумарната пропускливост на слънчева енергия, коригирана за ъгъла на падане, се изчислява съгласно претеглената сума, дадена в следната формула:

$$g_{gl;wi} = a_{gl} \cdot g_{gl,alt;wi} + (1 - a_{gl}) \cdot g_{gl,dif;wi} \quad (3.42)$$

където

$g_{gl;wi}$ е сумарната пропускливост на слънчева енергия от остъкляването на прозорец wi ;

a_{gl} е коефициент на претегляне, представителен за положението (ориентацията, наклона) на прозореца, климата и сезона, Таблица 3;

$g_{gl,alt;wi}$ е пропускливостта на слънчева енергия от остъкляването при слънчево лъчение от ъгловата височина, alt_{gl} , представителна за положението (ориентацията, наклона) на прозореца, климата и сезона, получена съгласно Таблица 3;

$g_{gl,dif}$ е пропускливостта на слънчева енергия от остъкляването при изотропно разсеяно слънчево лъчение, съгласно ISO 15099.

Стойностите по подразбиране на коефициента на намаление за сумарната пропускливост на слънчева енергия за типичните видове щори, се избират от Таблица 4. Тези коефициенти на намаление се умножават по сумарната пропускливост на слънчева енергия от остъкляването, за да се получи g -стойността на остъкляването с щора.

Таблица 4

Вид на щорите	Оптични характеристики на щорите		Коефициент на намаление при щорите	
	поглъщане	топлопреминаване	вътрешни щори	външни щори
Бели венециански щори	0,1	0,05	0,25	0,10
		0,1	0,30	0,15
		0,3	0,45	0,35
Бели завеси	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,80	0,75
		0,9	0,95	0,95
Цветен текстил	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Текстил с алуминиево покритие	0,2	0,05	0,20	0,08

При месечния метод за изчисление средномесечната ефективна сумарна пропускливост за слънчева енергия на остъклената част на прозореца wi , $g_{gl;m}$, за месец m , може да се получи на месечна база и съгласно G.2.2.2 в приложение G на БДС EN ISO 52016-1.

3.7.4.3. Топлинно неклиматизирана зона с вътрешни или слънчеви печалби (включително слънчево пространство или атриум)

При слънчеви топлинни печалби се приема, че при първа апроксимация, всички поглъщащи повърхности са засенчвани до една и съща степен от външни препятствия и от външната обвивка на топлинно неклиматизираната зона.

Коефициентът на намаление на слънчевото лъчение през външната преграда на топлинно неклиматизирана зона z_{tu} , при отопление/охлаждане, $F_{sol;ue;z_{tu};H/C;m}$, се изчислява по следната формула:

$$F_{sol;ue;z_{tu};H/C;m} = g_{gl;ue;z_{tu};H/C;m} \cdot (1 - F_{fr;ue;z_{tu}}) \quad (3.43)$$

където

$g_{gl;ue;z_{tu};H/C;m}$ е ефективната сумарна пропускливост на слънчева енергия от остъкляването на външната преграда на топлинно неклиматизираната зона z_{tu} , при отопление/охлаждане, през месец m ;

$F_{fr;ue;z_{tu}}$ е частта от площта на рамката на външната преграда, изчислена като съотношение между общите непрозрачни площи и общите непрозрачни плюс прозрачните площи на външната преграда на топлинно неклиматизираната зона z_{tu} . В случай на издадени компоненти, се използва площта на проекцията.

Слънчевите топлинни печалби в топлинно неклиматизираната зона z_{tu} , при отопление/охлаждане, $Q_{H/C;sol;z_{tu};m}$, в kWh, през месец m , се изчисляват чрез сумиране на слънчевите топлинни печалби на всяка непрозрачна повърхност, j , в топлинно неклиматизираната зона:

$$Q_{H/C;sol;z_{tu};m} = F_{sol;ue;z_{tu};H/C;m} \cdot F_{sh;obst;z_{tu};m} \cdot \sum_{j(\text{opaque})} (\alpha_{sol;j} \cdot A_j \cdot H_{sol;j;m}) \quad (3.44)$$

където, за месец m :

$F_{sol;ue;z_{tu};H/C;m}$ е коефициентът на намаление за слънчевото лъчение през външната преграда на топлинно неклиматизираната зона z_{tu} , при отопление/охлаждане, както е определен по-горе;

A_j е площта на всяка непрозрачна повърхност j в топлинно неклиматизираната зона z_{tu} , m^2 . В случай на издадени компоненти, се използва площта на проекцията;

$\alpha_{sol;j}$ е осредненият коефициент на поглъщане на слънчевата енергия от непрозрачната повърхност j в топлинно неклиматизираната зона z_{tu} ;

$F_{sh;obst;ztu;m}$ е коефициентът на намаление на засенчването от външни препятствия за външната преграда на топлинно неклиматизираната зона, ztu ;

$H_{sol;j;m}$ е общото месечно слънчево облъчване на елемент j , с даден ъгъл на ориентация и наклон, kWh/m^2 .

3.7.4.4. Коефициент на намаление за избягване завишаването на печалбите

В случай на външна топлинно неклиматизирана зона се прилага коефициент на намаление, за да се избегне завишаването на печалбите в режим на отопление, на базата на съотношението между топлопренасянето и печалбите:

В случай на една съседна топлинно климатизирана зона:

$$f_{gn;max;H;ztu;m} = \frac{b_{ztu;m} \cdot H_{ztc;ztu;m} \cdot (\theta_{int;set;H;ztc;m} - \theta_{e;a;m}) \times 0,001 \times t_m}{(Q_{H,int;ztu;m} + Q_{H,sol;ztu;m})} \quad (3.45)$$

В случай на няколко съседни топлинно климатизирани зони:

$$f_{gn;max;H;ztu;m} = \frac{b_{ztu,k;m} \cdot \sum_{ztc} (H_{ztc;ztu;m} \cdot (\theta_{int;set;H;ztc;m} - \theta_{e;a;m})) \times 0,001 \times t_m}{(Q_{H,int;ztu;m} + Q_{H,sol;ztu;m})} \quad (3.46)$$

където, за месец m

$f_{gn;max;H;ztu;m}$ е коефициентът на намаление за избягване завишаването на печалбите от топлинно неклиматизираната зона ztc , за режим на отопление;

$b_{ztu;m}$ е коефициентът на регулиране за топлинно неклиматизираната съседна зона zt ;

$H_{ztc;ztu;m}$ е коефициентът на топлопренасяне между топлинно неклиматизираната зона ztu и съседната топлинно климатизирана зона ztc , W/K ;

$\theta_{int;set;H;ztc;m}$ е зададената стойност на температурата на съседната топлинно климатизирана зона ztc при отопление, $^{\circ}C$. В случай на няколко съседни топлинно климатизирани зони, температурите се претеглят съобразно коефициента на разпределение $F_{ztc;ztu;m}$ за топлопренасянето между топлинно климатизираната зона ztc и топлинно неклиматизираната зона ztu ;

$\theta_{e;a;m}$ е средната месечна температура на външния въздух, $^{\circ}C$;

$Q_{H,int;ztu,k;m}$ са вътрешните топлинни печалби за режим на отопление във външната топлинно неклиматизирана зона ztu , kWh ;

$Q_{H,sol;ztu;m}$ са слънчевите печалби за режим на отопление във външната топлинно

неклиматизирана зона z_{tu} , kWh;

t_m е продължителността на месец m , h.

В случай на вътрешна топлинно неклиматизирана зона коефициентът на намаление за избягване завишаването на печалбите в режим на отопление се приема 1:

$$f_{gn;max;H;z_{tu};m} = 1 \quad (3.47)$$

3.7.4.5 Специални елементи

Изчисления за топлопренасянето и слънчевите топлинни печалби в случай на специални елементи, като непрозрачни елементи с прозрачна изолация, вентилирани слънчеви стени (стени на Тромб) и вентилирани елементи на обвивката са представени в СД CEN ISO/TR 52016-2.

3.7.4.6. Изчисляване на коефициентите на намаление на засенчването на слънчевото греене

Коефициентът на намаление на засенчването на повърхността k от външни препятствия, $F_{sh;obst;k;m}$, през месец m се определя по следния начин:

Общото слънчево облъчване на повърхността k , $H_{tot;sh;k;m}$, включително влиянието на засенчването, е сумата от изчисленото общо слънчево облъчване, коригирано за засенчването от обекти посредством коефициента на намаление на засенчването при пряко слънчево лъчение и частта на прякото слънчево лъчение от общото лъчение:

$$F_{sh;obst;k;m} = F_{sh;dir;k;m} \cdot f_{sol;dir;m} \quad (3.48)$$

където, за всяка засенчвана повърхност k и всеки месец m :

$F_{sh;obst;k;m}$ е безразмерният коефициент на намаление на засенчването от външни препятствия;

$F_{sh;dir;k;m}$ е коефициентът на намаление на засенчването при пряко излъчване, определен;

$f_{sol;dir;m}$ е частта на прякото слънчево лъчение от общото лъчение, получено като функция от климатичните данни и ориентацията от Приложение D на БДС EN ISO 52016-1.

Прости и по-детайлни засенчващи обекти

Във връзка с метода за изчисление се разграничават два вида засенчващи обекти:

- Препятствия с проста форма за фасадни елементи, като (прозоречни) отстъпи, навеси по цялата дължина и странични ребра по цялата височина или други геометрично подобни засенчващи обекти, като други части на сградата (например стени) или балкони.

- Други препятствия, засенчващи от земната основа (отдолу нагоре; наречени [перпендикулярни] “препятствия”) или засенчващи от небето (отгоре надолу, надвиснали; наречени “навеси”).

Изчисленията при засенчващите обекти са съгласно част пета от методиката.

3.8. Коефициент на пренос на топлина чрез топлопреминаване през земята

Топлинните загуби от топлопреминаване през ограждащи конструкции и елементи, граничещи със земята - подови плочи, стени и подове на подземен етаж, се изчисляват по метод, описан подробно в БДС EN ISO 13370. В съответствие с този стандарт в Приложение „Топлопреминаване през подови конструкции“ са представени основните изчислителни алгоритми за определяне на термичното съпротивление и коефициента на топлопреминаване на подови конструкции в близост до земната основа и сутерените, заедно с коефициенти, които дават възможност да се изчисляват топлинните потоци на месечна база.

3.9. Коефициент на топлопреминаване през покривни пространства

3.9.1. Определяне на коефициента на топлопреминаване на покрив, граничещ с външен въздух

В този случай покривната конструкция се разглежда като хоризонтална многослойна стена, при която топлинният поток е от долу на горе и $R_{si}=0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$, а $R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$.

3.9.2. Определяне на коефициента на топлопреминаване при конструкция с подпокривно пространство

В случаите, когато покривната конструкция включва неотоплявано подпокривно пространство, въздухът се приема като допълнителен слой със съпротивление на топлопроводност в зависимост от височината на неотопляваното подпокривно пространство.

3.9.3. При височина на подпокривното пространство до **0,30 m** (изм. ДВ. бр.18 от 1 март 2024 г.)

Преносът на топлина през въздушния слой е само чрез топлопроводност. Стойността на термичното съпротивление на въздуха може да бъде отчетена от таблица 5 в зависимост от това дали температурата на въздуха в подпокривното пространство е положителна или отрицателна.

3.9.4. При височина на подпокривното пространство, по-голяма от **0,30 m**

При този тип покривни конструкции топлообменът се определя от разположението на топлата и студената повърхност, разстоянието между тях и температурите им. Свободно движение на въздуха, заключен между двете плочи, се наблюдава само когато температурата на долната плоча е по-висока от тази на горната плоча. Една възможност за пресмятане на топлообмена в такива случаи е сложният процес на пренос на топлина през въздуха между двете плочи да се третира като

кондуктивен топлообмен през слой със същата дебелина, но с еквивалентен коефициент на топлопроводност $\lambda_{\text{екв.}}$.

Съпротивление на топлопроводност на затворен въздушен слой $R_{\text{вс}}$, $\text{m}^2\text{K/W}$ при топлопреминаване от долу на горе

Съпротивлението на топлопроводност на затворен въздушен слой $R_{\text{вс}}$, $\text{m}^2\text{K/W}$ при топлопреминаване от долу на горе е дадено в таблица 5.

Таблица 5

Съпротивление на топлопроводност на затворен въздушен слой $R_{\text{вс}}$, $\text{m}^2\text{K/W}$ при топлопреминаване от долу на горе		
Дебелина на въздушния слой, m	Температура на въздуха, °C	
	положителна	отрицателна
0,01	0,13	0,15
0,02	0,14	0,16
0,03	0,14	0,16
0,05	0,10	0,17
0,10	0,15	0,18
0,15	0,16	0,18
0,20 - 0,30	0,16	0,19

3.9.4.1. Определяне на дебелината на въздушния слой в неотопляваното подпокривно пространство

Поради разнообразието на покривните конструкции се работи с приведена височина на въздушния слой, която представлява височината на подпокривно пространство с еквивалентно правоъгълно сечение.

$$\delta_{\text{вс}} = \frac{V'}{A'}, \quad (3.49)$$

където:

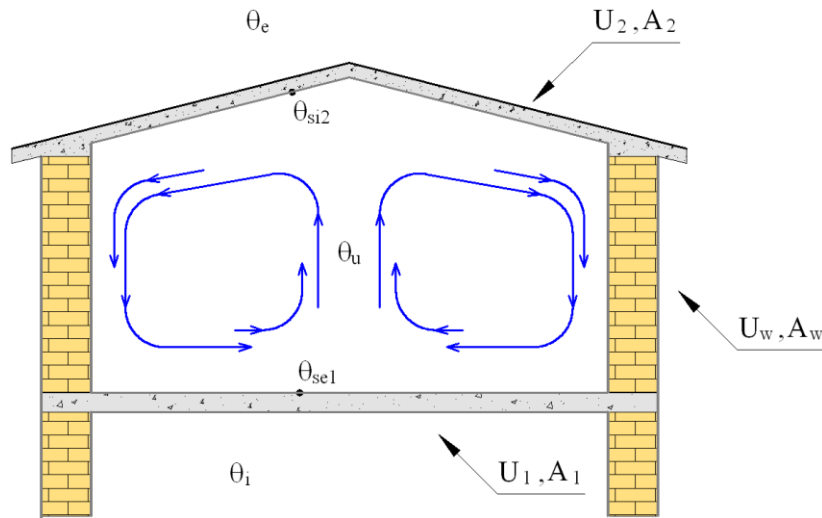
$\delta_{\text{вс}}$ е височината на въздушния слой, m;

V' – обемът на подпокривното пространство по вътрешни размери, m^3 ;

A' – площта на подовата плоча на подпокривното пространство по вътрешни размери, m^2 .

Действителният коефициент на топлопреминаване U_r се определя по формулата:

$$U_r = \frac{1}{\frac{1}{U_1} + \frac{A_1}{A_2 U_2 + A_w U_w + 0,33nV}}, \quad \text{W/m}^2\text{K} \quad (3.50),$$



където:

A_1 е площта на таванската плоча на последния отопляем етаж, m^2 ;

U_1 – коефициентът на топлопреминаване на таванската плоча на последния отопляем етаж, W/m^2K ;

A_2 – площта на покривната плоча от покривната конструкция, m^2 ;

U_2 – коефициентът на топлопреминаване на покривната плоча, W/m^2K ;

A_w – площта на вертикалните ограждащи елементи, m^2 ;

U_w – коефициентът на топлопреминаване на вертикалните ограждащи елементи на подпокривното пространство, W/m^2K ;

n – кратността на въздухообмена в подпокривното пространство; при уплътнени покриви се приема $n = 0,1 h^{-1}$, а при неуплътнени $n = 0,3 h^{-1}$;

V – обемът на въздуха в подпокривното пространство, m^3 .

Коефициентите на топлопреминаване U_1 , U_2 и U_w се определят по следните формули:

$$U_1 = \frac{1}{R_{si1} + \left(\sum_{j=1}^n \frac{\delta_j}{\lambda_j} \right) + R_{se1}} = \frac{1}{0,1 + \left(\sum_{j=1}^n \frac{\delta_j}{\lambda_j} \right) + R_{se1}}, W/m^2K, \quad (3.51)$$

$$U_2 = \frac{1}{R_{si2} + \left(\sum_{j=1}^n \frac{\delta_j}{\lambda_j} \right) + R_{se2}} = \frac{1}{R_{si2} + \left(\sum_{j=1}^n \frac{\delta_j}{\lambda_j} \right) + 0,04}, W/m^2K, \quad (3.52)$$

$$U_w = \frac{1}{R_{siw} + \left(\sum_{j=1}^n \frac{\delta_j}{\lambda_j} \right) + R_{sew}} = \frac{1}{0,13 + \left(\sum_{j=1}^n \frac{\delta_j}{\lambda_j} \right) + 0,04}, W/m^2K, \quad (3.53)$$

Съпротивленията на топлопредаване R_{se1} и R_{si2} се определят по формулата :

$$R_{se1} = R_{si2} = \frac{\delta_{bc}}{2\lambda_{екв}}, m^2K/W \quad (3.54).$$

3.9.4.2. Определяне на еквивалентния коефициент на топлопроводност на въздушния слой

Еквивалентният коефициент на топлопроводност на въздушния слой в неотопляваното подпокривно пространство $\lambda_{екв}$ се определя като $\lambda_{екв} = \lambda \cdot \epsilon_k$. Корекционният коефициент ϵ_k е функция на произведението Gr.Pr, т.е $\epsilon_k = f(Gr.Pr)$.

Стойностите на Gr.Pr се пресмятат в зависимост от дебелината на въздушния слой δ_{bc} .

За стойности на произведението $Gr.Pr < 10^3$ $\epsilon_k = 1$.

В интервала $10^3 < Gr.Pr < 10^6$ се използва уравнението:

$$\epsilon_k = 0,105(Gr.Pr)^{0,3} \quad (3.55),$$

а при $10^6 < Gr.Pr < 10^{10}$ – уравнението:

$$\epsilon_k = 0,4(Gr.Pr)^{0,25} \quad (3.56).$$

Стойността на критерия на Грасхоф се пресмята по формулата:

$$Gr = \frac{g\beta\delta_{bc}^3(\theta_{se1} - \theta_{si2})}{v^2} \quad (3.57),$$

където:

g е земното ускорение, m/s^2 ;

$\beta = \frac{1}{\theta_u + 273,15}$, K^{-1} е коефициент на обемно разширение;

δ_{bc} – височината на въздушния слой, m ;

$(\theta_{se1} - \theta_{si2})$ – разликата между повърхностните температури на двете плочи, $^{\circ}C$;

v – кинематичен вискозитет на въздуха, m^2/s .

3.9.5. Температура на въздуха в подпокривното пространство

Температурата на въздуха в подпокривното пространство се определя по формулата:

$$\theta_u = \frac{\theta_i U_1 A_1 + \theta_e U_2 A_2 + \theta_e U_w A_w + \theta_e 0,33nV}{U_1 A_1 + U_2 A_2 + U_w A_w + 0,33nV}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.58),$$

където:

θ_i е средната обемна температура на сградата, $^\circ\text{C}$;

θ_u – температурата на въздуха в подпокривното пространство, $^\circ\text{C}$;

θ_e – външната температура с най-голяма продължителност за отоплителния период, $^\circ\text{C}$.

Коефициентите на топлопреминаване U_1 и U_2 се изчисляват, както следва:

а) при определяне на θ_{se1} и θ_{si2} – със съпротивления на топлопредаване $R_{se1}=0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ и $R_{si2} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$;

б) при определяне на действителните им стойности – с получените съпротивления на топлопредаване R_{se1} и R_{si2} от формула (3.54).

3.9.6. Температури на повърхностите

Температурите на повърхностите, граничещи с въздушния слой в подпокривното пространство, се определят по формулите:

$$\theta_{se1} = \theta_u + R_{se1} U_1 (\theta_i - \theta_u) = \theta_u + 0,1 U_1 (\theta_i - \theta_u), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.59),$$

$$\theta_{si2} = \theta_u - R_{si2} U_2 (\theta_u - \theta_e) = \theta_u - 0,17 U_2 (\theta_u - \theta_e), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.60).$$

3.9.7. Определяне на коефициента на пренос на явна топлина с вентилационен въздух

Коефициентът на пренос на топлина с вентилационен въздух отразява топлинния поток, който се внася или изнася от сградата с въздух от инфилтрация, естествена или механична вентилация, при температурна разлика 1К. Изчислява се за всеки месец по формулата:

$$N_{ve} = (\rho c)_a \sum_k b_{ve,k} q_{ve,k} \quad , \quad \text{W/K} \quad (3.61),$$

където:

$(\rho c)_a=0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3.\text{K})$ е специфичният обемна топлинен капацитет на въздуха;

$q_{ve,k}$ - средномесечният часов дебит на въздуха през елемента k , m^3/h ;

$b_{ve,k}$ - безразмерен температурен фактор за дебита през елемента k и има стойност, различна от 1, когато температурата на постъпващия въздух е различна от температурата на външния въздух.

$$b_{ve,k} = \frac{\theta_i - \theta_{k,\text{sup}}}{\theta_i - \theta_e}, \quad (3.62),$$

където:

θ_i е температурата в разглежданото помещение/зона, $^\circ\text{C}$;

$\theta_{k,\text{sup}}$ - температурата на постъпващия въздух, $^\circ\text{C}$;

θ_e - средната месечна температура на външния въздух, $^\circ\text{C}$.

3.9.8. Определяне на дебита на въздуха при инфилтрация и естествена вентилация

Средночасовият дебит на въздуха от инфилтрация в отоплявано/охлаждано пространство се определя чрез кратността на въздухообмена по формулата:

$$q_{ve} = nV \quad (3.63),$$

където:

n е средночасовата кратност на въздухообмена за пространството, h^{-1} ;

V - нетният обем на отопляваното/охлажданото пространство, m^3 .

3.9.9. Определяне на дебита на въздуха при механична вентилация

Дебитът на въздуха q_{ve} в m^3/h се определя като сума от средния часов дебит на подавания от вентилаторите на системата въздух $q_{ve,f}$, и дебита на допълнителния въздушен поток $q_{ve,x}$ в отворите за външен въздух, дължащ се на вятъра:

$$q_{ve} = q_{ve,f} + q_{ve,x} \quad (3.64).$$

Дебитът $q_{ve,x}$ се изчислява по формулата:

$$q_{ve,x} = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left(\frac{q_{ve,f} - q_{ve,e}}{V \cdot n_{50}} \right)^2} \quad m^3/h$$

(3.65).

където:

n_{50} е средночасовата кратност на въздухообмена за пространството при разлика между наляганията вън и вътре 50 Pa с отчитане на съпротивлението на входящия отвор, h^{-1} ;

$q_{ve,e}$ - дебитът на засмуквания от пространството въздух, m^3/h .

Коефициентите за защитеност от вятър e и f се отчитат от таблица 6.

Таблица 6

Разположение на сградата	Описание	Коефициент за защитеност от вятър e	
		при повече от една фасада, изложена на вятъра	при една фасада, изложена на вятъра
Открито	Сгради на открито, сгради с високо застрояване в населени места	0,10	0,03
Полуоткрито	Сгради, обкръжени от други сгради или дървета	0,07	0,02
Защитено	Сгради със средно застрояване в населени места, сгради в гора	0,04	0,01
Коефициент f	За всички случаи	15	20

Нивото на въздухоплътност на сградата е в съответствие със стойностите за кратността на въздухообмена n_{50} при разлика в налягането 50 Pa , както е показано в таблица 7.

Таблица 7

Ниво на въздухоплътност на сградата	Многофамилни сгради при n_{50}, h^{-1}	Едно-/ и двуфамилна сграда при n_{50}, h^{-1}
Висока	до 2,0	до 4,0
Средна	от 2,0 до 5,0	от 4,0 до 10,0
Малка	над 5,0	над 10,0

3.10. Определяне на факторите на оползотворяване на топлинните печалби и топлинните загуби

3.10.1 Коефициент за оползотворяване на печалбите при отопление

Безразмерният коефициент за оползотворяване на печалбите при отопление, $\eta_{H,gn}$, е функция от съотношението между топлинния баланс при отопление, γ_H , и числов параметър, a_H , който зависи от инерцията на сградата. Той се изчислява за всяка зона и за всеки месец по следните две формули:

$$\text{ако } \gamma_{H;ztc;m} > 0 \text{ и } \gamma_H \neq 1: \quad \eta_{H;gn;ztc;m} = \frac{1 - (\gamma_{H;ztc;m})^{a_{H;ztc;m}}}{1 - (\gamma_{H;ztc;m})^{(a_{H;ztc;m} + 1)}} \quad (3.72)$$

$$\text{ако } \gamma_{H;ztc;m} = 1: \quad \eta_{H;gn;ztc;m} = \frac{a_{H;ztc;m}}{a_{H;ztc;m} + 1} \quad (3.73)$$

$$\text{ако } \gamma_{H;ztc;m} \leq 0 \text{ и } Q_{H;gn;ztc;m} > 0: \quad \eta_{H;gn;ztc;m} = 1 / \gamma_{H;ztc;m} \quad (3.74)$$

$$\text{ако } \gamma_{H;ztc;m} \leq 0 \text{ и } Q_{H;gn;ztc;m} \leq 0: \quad \eta_{H;gn;ztc;m} = 1 \quad (3.75)$$

като

$$\gamma_{H;ztc;m} = \frac{Q_{H;gn;ztc;m}}{Q_{H;ht;ztc;m}} \quad (3.76)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc и месец m :

$\gamma_{H;ztc;m}$ е безразмерният топлинния баланс в режим на отопление;

$a_{H;ztc;m}$ е безразмерният числов параметър , определен както е показано по-долу;

$Q_{H;ht;ztc;m}$ е общото топлопренасяне в режим на отопление, kWh;

$Q_{H;gn;ztc;m}$ са общите топлинни печалби в режим на отопление, kWh.

Безразмерният числов параметър $a_{H;ztc;m}$ се изчислява по формулата:

$$a_{H;ztc;m} = a_{H;0} + \frac{\tau_{H;ztc;m}}{\tau_{H;0}} \quad (3.77)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc и месец m :

$a_{H;0}$ е безразмерен референтен числов параметър, както е указано по-долу;

$\tau_{H;ztc;m}$ е времеконстантата на зоната при отопление, h;

$\tau_{H;0}$ е референтна времеконстанта, h.

Стойностите на референтния числов параметър, $a_{H;0}$, и референтната времеконстанта, $\tau_{H;0}$, при коефициента за оползотворяване на печалбите се получават от таблица 8.

Таблица 8. Стойности на референтния числов параметър $a_{H;0}$ и референтната времеконстанта $\tau_{H;0}$ за коефициента на оползотворяване на печалбите

$a_{H;0}$	$\tau_{H;0}$ h
1,0	15

3.10.2 Коефициент за оползотворяване на топлопренасянето при охлаждане

Безразмерният коефициент за оползотворяване на топлопренасянето при охлаждане, $\eta_{C;ht;ztc;m}$, е функция от съотношението между топлинния баланс при охлаждане, $\gamma_{C;ztc;m}$, и числов параметър, $a_{C;ztc;m}$, който зависи от топлинната инерция на сградата. Той се изчислява за всяка зона и за всеки месец, както е дадено в следната формула:

$$\text{ако } \gamma_{C;ztc;m} > 0 \text{ и } \gamma_{C;ztc;m} \neq 1: \quad \eta_{C;ht;ztc;m} = \frac{1 - (\gamma_{C;ztc;m})^{-a_{C;ztc;m}}}{1 - (\gamma_{C;ztc;m})^{-(a_{C;ztc;m}+1)}} \quad (3.78)$$

$$\text{ако } \gamma_{C;ztc;m} = 1: \quad \eta_{C;ht;ztc;m} = \frac{a_{C;ztc;m}}{a_{C;ztc;m} + 1} \quad (3.79)$$

$$\text{ако } \gamma_{C;ztc;m} \leq 0: \quad \eta_{C;ht;ztc;m} = 1 \quad (3.80)$$

като

$$\gamma_{C;ztc;m} = \frac{Q_{C;gn;ztc;m}}{Q_{C;ht;ztc;m}} \quad (3.81)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc и месец m :

$\gamma_{C;ztc;m}$ е безразмерният топлинния баланс в режим на охлаждане;

$a_{C;ztc;m}$ е безразмерен числов параметър, определен както е указано по-долу;

$Q_{C;ht;ztc;m}$ е общото топлопренасяне при топлопреминаване и вентилация в режим на охлаждане, kWh;

$Q_{C;gn;ztc;m}$ са общите топлинни печалби в режим на охлаждане, kWh.

Безразмерният числов параметър $a_{C;ztc;m}$ се изчислява по формулата:

$$a_{C;ztc;m} = a_{C;0} + \frac{\tau_{C;ztc;m}}{\tau_{C;0}} \quad (3.82)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc и месец m :

$a_{C;0}$ е безразмерен референтен числов параметър, както е указано по-долу;

$\tau_{C;ztc;m}$ е времеконстантата на зоната при охлаждане, h;

$\tau_{C;0}$ е референтна времеконстанта, h.

Стойностите на референтния числов параметър $a_{C;0}$, и референтната времеконстанта $\tau_{C;0}$ се получават от Таблица 9.

Таблица 9. Стойности на референтния числов параметър $a_{C;0}$ и референтната времеконстанта $\tau_{C;0}$ за коефициента на оползотворяване на загубите

$a_{C;0}$	$\tau_{C;0}$ h
1,0	15

3.10.3 Времеконстанта на зоната

Времеконстантата на топлинно климатизираната зона ztc в часове характеризира вътрешната топлинна инерция на климатизираната зона. Тя може да бъде различна при изчисленията при отопление и охлаждане и да варира през различните месеци за всеки един от двата режима, в зависимост от изменението (или не) на съставляващите я променливи, а именно H_{tr} и H_{ve} . Тя се изчислява по следните две формули:

$$\tau_{H;ztc;m} = \frac{C_{m;eff;ztc} / 3600}{H_{H;tr(excl. grfl);ztc;m} + H_{H;gr;adj;ztc} + H_{H;ve;ztc;m}} \quad (3.83)$$

$$\tau_{C;ztc;m} = \frac{C_{m;eff;ztc} / 3600}{H_{C;tr(excl. grfl);ztc;m} + H_{C;gr;adj;ztc} + H_{C;ve;ztc;m}} \quad (3.84)$$

където, за всяка топлинно климатизирана зона ztc и месец m .

$C_{m;eff;ztc}$ е ефективният топлинен капацитет на зоната, J/K, със стойности съгласно Таблица 10.

Таблица 10. Стойности на ефективния топлинен капацитет

Клас на масивност на конструкцията	Месечен период $C_{m;eff;ztc}$ J/K [J/(K·m ²)·m ²]
Много лека	80 000 × $A_{use;ztc}$
Лека	110 000 × $A_{use;ztc}$
Средна	165 000 × $A_{use;ztc}$
Тежка	260 000 × $A_{use;ztc}$
Много тежка	370 000 × $A_{use;ztc}$
$A_{use;ztc}$ е площта на пода на отопляваното и/или охлаждащото пространство, m ² .	

* За леки може да се приемат следните сгради:

- а) сгради с дървени плоскости без масивни вътрешни стени;
- б) сгради с дървени плоскости без масивни външни стени;
- в) сгради с високи помещения (спортни зали, музеи и др.).

За тежки може да се приемат сградите с масивни вътрешни и външни строителни елементи без окачени тавани.

$H_{H/C;tr(excl. grflr) ;ztc;m}$ е общият коефициент на топлопренасяне при топлопреминаване при отопление, съответно охлаждане, с изключение на сутеренна подова плоча, W/K;

$H_{H/C;ve ztc;m}$ е общият коефициент на топлопренасяне при вентилация за отопление, съответно охлаждане, W/K;

$H_{H/C;gr;adj ztc}$ е сезонният осреднен общ коефициент на топлопренасяне при топлопреминаване през сутеренна подова плоча, осреднен за сезонната температурна разлика, за отоплителния, съответно охлаждащия, сезон, получен съгласно част четвърта „Топлопреминаване през подови конструкции“, W/K.

3.11. Изчисляване на потребната енергия за охлаждане с отчитане на влагообмена

Една зона от сградата се охлажда по един от трите основни начина:

- а) охлаждане с конвектори и пресен въздух от инфилтрация;
- б) охлаждане чрез механична вентилация с пресен и с рециркуляционен въздух;
- в) охлаждане чрез механична вентилация с пресен въздух, обработен извън зоната.

3.11.1. Охлаждане с конвектори и пресен въздух от инфилтрация

В този случай охлаждането се извършва чрез конвектори в зоната. Пресен въздух може да постъпи в зоната само чрез инфилтрация.

3.11.1.1. Сухият товар (потребната явна топлина) се изчислява по уравнение:

$$Q_{C,nd,ztc,m} = Q_{C,gn,ztc,m} - \eta_{C,ht,ztc,m} \cdot Q_{C,ht,ztc,m}$$

3.11.1.2. Латентният товар се изчислява по уравнението:

$$Q_{C,w} = Q_{a,w} + Q_{p,w} + Q_{e,w} \quad , \text{ kWh} \quad (3.85),$$

където:

$Q_{C,w}$ е топлината на влагата, която трябва да се отнеме от зоната, kWh;

$Q_{a,w}$ - топлината на влагата от инфилтрирания външен въздух, kWh;

$Q_{p,w}$ - топлината на влагата от хора, kWh;

$Q_{e,w}$ - топлината на влагата от други източници в зоната, kWh.

3.11.1.3. Топлина с влагата от инфилтрирания въздух

$$Q_{a,w} = \frac{n \cdot V (x_e - x_i) \rho_{da} \cdot 2501}{3600} t_C \quad , \text{ kWh} \quad (3.86),$$

където:

n е кратността на въздухообмена от инфилтрация, h^{-1} ;

V – обемът на въздуха в зоната, m^3 ;

x_e – влагосъдържанието на външния въздух, определено по средномесечната температура и относителна влажност на въздуха; определя се по уравнение (3.100), kg/kg сух въздух;

x_i – влагосъдържанието на въздуха в зоната, определено по уравнение (3.100), с температурата на вътрешния въздух и относителната му влажност, kg/kg сух въздух;

ρ_{da} - плътността на сухия въздух, определена по уравнение (3.105), kg/m^3 ;

2501 kJ/kg – специфичната топлина на изпарение на водата при 0 °C;

t_C - броят на работните часове на системата за охлаждане в месеца, h.

3.11.1.4. Топлина с отделена влага от хората

$$Q_{p,w} = \dot{Q}_{p,w} t_p \quad , \text{ kWh} \quad (3.87),$$

където:

$\dot{Q}_{p,w}$ е средната часова стойност на латентния топлинен поток от хора за периода на престоя им в зоната в kW; определя се като произведение на броя на хората и отделения от един човек латентен топлинен поток; последният е функция на физическата активност на човека по време на престоя;

t_p - сумарният за месеца брой часове на обитаване на зоната, h.

Ако $t_p > t_C$, се приема $t_p = t_C$.

3.11.1.5. Топлина с влага от други източници в зоната

$$Q_{e,w} = \dot{Q}_{e,w} t_e \quad , \text{ kWh} \quad (3.88),$$

където:

$\dot{Q}_{e,w}$ е средната часова стойност на топлинния поток с отделена от други източници влага (за периода на отделянията), kW;

t_e - сумарният за месеца брой часове с влагоотделяне от други източници в зоната, h; ако $t_e > t_C$, се приема $t_e = t_C$.

3.11.2. Охлаждане чрез механична вентилация с пресен и с рециркуляционен въздух

3.11.2.1. Сухият товар (потребната явна топлина) се изчислява по уравнението:

$$Q_{C,nd,ztc,m} = Q_{C,gn,ztc,m} - \eta_{C,ht,ztc,m} \cdot Q_{C,ht,ztc,m}$$

3.11.2.2. Латентният товар се изчислява по уравнението:

$$Q_{C,w} = Q_{a,w} + Q_{p,w} + Q_{e,w} \quad , \text{ kWh} \quad (3.89),$$

където:

$Q_{C,w}$ е топлината на влагата, която трябва да се отнеме от зоната, kWh;

$Q_{a,w}$ - топлината на влагата от постъпващия въздух, kWh;

$Q_{p,w}$ - топлината на влагата от хора, kWh;

$Q_{e,w}$ - топлината на влагата от други източници в зоната, kWh.

3.11.2.3. Топлина с влагата от постъпващия въздух

$$Q_{a,w} = \frac{\dot{V}_{sup} (x_{sup} - x_i) (\rho_{a,sup}) \cdot 2501}{3600} t_C \quad , \text{ kWh} \quad (3.90),$$

където:

\dot{V}_{sup} е часовият обемен дебит на подавания въздух в зоната, m³/h;

x_{sup} - влагосъдържанието на подавания въздух, определено по температурата и относителната му влажност, kg/kg сух въздух;

x_i - влагосъдържанието на въздуха в зоната, определено по температурата на вътрешния въздух и относителната му влажност, kg/kg сух въздух;

$\rho_{a,sup}$ - плътността на сухия въздух, kg/m³;

t_C - броят на работните часове на системата за охлаждане в месеца, h.

3.11.2.4. Топлина с влагата от хора – определя се както в 3.11.1.4.

3.11.2.5. Топлина на влагата от други източници - определя се както в 3.11.1.5.

3.11.3. Охлаждане чрез механична вентилация с пресен въздух, обработен извън зоната

Включва охлаждане чрез подаване на предварително обработен външен въздух. Топлинната обработка на въздуха е извън границите на зоната. Пълният товар в зоната се поема от подавания въздух. Разходът на енергия се отнася към вентилационната система.

3.12. Допълнително потребна енергия

В системите за отопляване, вентилация, охлаждане и загряване на вода за битови нужди е необходима допълнителна енергия за транспортиране на въздуха, горещата вода и топлоносителя/студоносителя. Количеството допълнителна енергия за всяка система може да се изчисли за всеки месец по следната формула:

$$E_{\text{sys,aux}} = \frac{1}{1000} \left(\sum_k \Phi_k \right) t, \text{ kWh} \quad (3.91),$$

където:

Φ_k е средната по време мощност на k-тия вентилатор/помпа от системата, W;

t - продължителността на месеца в часове.

3.13. Изчисляване на брутната потребна енергия

3.13.1. Брутна потребна енергия за отопляване

Брутната потребна енергия за отопляване се изчислява за всяка зона и за всеки месец от отоплителния период по формулата:

$$Q_{\text{H,ztc,m}} = \frac{Q_{\text{H,nd,ztc,m}}}{(\eta_e \times \eta_d \times \eta_a \times \eta_g)} + E_{\text{H,sys,ztc,m}}, \text{ kWh} \quad (3.92),$$

където:

$Q_{\text{H,ztc,m}}$ е брутната потребна енергия за отопляване на зоната за месеца m от отоплителния период, kWh;

$Q_{\text{H,nd,ztc,m}}$ - потребната енергия за отопляване на зоната за месеца m от отоплителния период, kWh;

$E_{\text{H,sys,ztc,m}}$ - необходимата допълнителна енергия за работата на отоплителната система (като напр. електроенергията за циркуляционните помпи и т.н.), kWh;

$\eta_{\text{sys}} = \eta_e \times \eta_d \times \eta_a \times \eta_g$ представлява ефективността на цялата система за отопляване;

η_e - ефективността на отдаване на топлината от отоплителните тела към отопляемия обем;

η_d - ефективността на преноса и разпределението на топлината от генератора на топлина до зоната;

η_a - ефективността на системата за автоматично управление на топлоподаването;

η_g - ефективността на генератора на топлина.

Коефициентите на ефективност на отделните елементи на системите с отчитане на тяхната специфика се определят и на основата на формулите и данните, предоставени в серията стандарти БДС EN 15316 и БДС EN 16798.

3.13.2. Брутна потребна енергия за охлаждане

Брутната потребна енергия за охлаждане на една зона за даден месец може да се определи по формулата:

$$Q_{C,ztc,m} = \frac{Q_{C,nd,ztc,m} + Q_{C,w,ztc,m}}{(\eta_e \times \eta_d \times \eta_a \times \eta_g)} + E_{C,sys,ztc,m}, \quad \text{kWh}$$

(3.93),

където:

$Q_{C,ztc,m}$ е брутната потребна енергия за охлаждане на зоната за месеца m от охладителния период, kWh;

$Q_{C,nd,ztc,m}$ - явният топлинен товар на зоната за месеца m на охладителния период, kWh;

$Q_{C,w,ztc,m}$ - топлината на влагата, внесена с въздуха, отделена от хора и други източници в зоната за месеца m от охладителния период, kWh; това е количеството топлина, което се отдава на повърхността на охлаждащото тяло в зоната при кондензация на влагата;

$E_{C,sys,ztc,m}$ - необходимата допълнителна енергия за работата на системата за охлаждане (като напр. електроенергията за циркуляционните помпи и т.н.), kWh;

$\eta_{sys} = \eta_e \times \eta_d \times \eta_a \times \eta_g$ представлява ефективността на цялата система за охлаждане,

η_e - ефективността на отвеждане на топлината от охлаждания обем чрез охладителните тела;

η_d - ефективността на акумулирането, преноса и разпределението на студ от генератора на студ до зоната;

η_a - ефективността на системата за автоматично управление на студоснабдяването;

η_g - ефективността на генератора на студ.

Коефициентите на ефективност на отделните елементи на системите с отчитане на тяхната специфика се определят и на основата на формулите и данните, предоставени в серията стандарти EN 15316 и БДС/ EN 16798.

3.13.3. Брутна потребна енергия за вентилация

В случаите, когато е необходимо да се оцени самостоятелно брутната потребна енергия за вентилация и процесът на предварително загряване/охлаждане на въздух е свързан и с процес на овлажняване/изсушаване на въздуха, се използват следните формули:

За вентилация в зимен режим:

$$Q_{V,ztc,m} = \left(\frac{1}{3600} \right) \frac{q_{ve,ztc,m} \cdot (\rho_{sup,m} h_{sup,m} - \rho_{e,m} h_{e,m})}{(\eta_d \times \eta_a \times \eta_g)} \cdot (1 - \eta_r) \cdot t_m + E_{V,sys,ztc,m}, \quad \text{kWh}$$

(3.94),

където:

$Q_{V,ztc,m}$ е брутната потребна енергия за вентилация на зоната за месеца m , kWh;

$E_{V,sys,ztc,m}$ - необходимата допълнителна енергия за работата на системата за вентилация (като напр. електроенергията за циркуляционните помпи, вентилаторите и т.н.) за месеца m , kWh;

$\rho_{e,m}; \rho_{sup,m}$ - съответно плътностите на външния и подавания въздух, kg/m^3 ;

$q_{ve,ztc,m}$ - средномесечният часов дебит на подавания въздух в зоната, m^3/h ;

$h_{sup,m}$ - енталпията на подавания в зоната въздух, kJ/kg ;

$h_{e,m}$ - енталпията на външния въздух, kJ/kg ;

t_m - часовете в месеца m , h ;

η_d - ефективността на преноса и разпределението на топлина от генератора до апаратите за обработка на въздуха;

η_a - ефективността на системата за автоматично управление на топлоснабдяването;

η_g - ефективността на генератора на топлина; η_r - ефективността на регенератора/рекуператора на топлина.

За вентилация в летен режим:

$$Q_{V,ztc,m} = \left(\frac{1}{3600} \right) \frac{q_{ve,ztc,m} \sum_{i_m} \sum_{j=j_b}^{j_e} (\rho_{e,j} h_{e,j} - \rho_{sup,m} h_{sup,m})}{(\eta_d \times \eta_a \times \eta_g)} \cdot (1 - \eta_r) + E_{V,sys,ztc,m}, \text{ kWh}$$

(3.93),

където:

$Q_{V,ztc,m}$ е брутната потребна енергия за вентилация на зоната за месеца m , kWh;

$E_{V,sys,ztc,m}$ - необходимата допълнителна енергия за работата на системата за вентилация (като напр. електроенергията за циркуляционните помпи, вентилаторите и т.н.) за месеца m , kWh;

i_m - индексът на деня в месеца m , през който работи вентилационната система;

j_b, j_e - съответно началният и крайният час на работа на вентилационната система в деня i ;

$q_{ve,ztc,m}$ - средният за времето на работа на вентилационната система часов дебит на подавания пресен въздух в зоната, m^3/h ;

$\rho_{e,j}$ - плътността на външния въздух в j -тия час от денонощието за месеца m , kg/m^3 ;

$h_{e,j}$ - енталпията на външния въздух в j -тия час от денонощието за месеца m , kJ/kg ;

$\rho_{sup,m}$ - плътността на подавания въздух, kg/m^3 ;

$h_{sup,m}$ - енталпията на подавания в зоната въздух, kJ/kg ;

η_d - ефективността на преноса и разпределението на студ от генератора до апаратите за обработка на въздуха;

η_a - ефективността на системата за автоматично управление на студоснабдяването;

η_g - ефективността на генератора на студ; η_r - ефективността на регенератора/рекуператора на топлина.

Когато се определя общата енергия за охлаждане и вентилация, във формула (3.103) енталпията на въздуха участва със стойността само на латентната топлина, определена по формулата:

$$h = x h_w \quad (3.95),$$

където:

x е влагосъдържанието на въздуха в съответното състояние (подаван или външен), kg/kg;

h_w - енталпията на водните пари, kJ/kg, определена като:

$$h_w = c_{pw} \theta_w + h_{we} \quad (3.96);$$

$c_{pw} = 1,84 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ - специфичният топлинен капацитет на водните пари при постоянно налягане;

θ_w - температурата на водните пари за съответното състояние на въздуха (външен или подаван), $^\circ\text{C}$;

$h_{we} = 2501 \text{ kJ/kg}$ - специфичната топлина на изпарение на водата при 0°C .

3.13.4. Брутна потребна енергия за загряване на вода за битови нужди

Брутната потребна енергия за загряване на вода за битови нужди се изчислява за всяка зона и за всеки месец по формулата:

$$Q_{W,m} = \frac{Q_{w,nd,m}}{(\eta_d \times \eta_a \times \eta_g)} + E_{W,sys,m}, \quad \text{kWh} \quad (3.97),$$

където:

$Q_{W,m}$ е брутната потребна енергия за гореща вода за зоната за месеца m , kWh;

$Q_{w,nd,m}$ - потребната енергия за загряване на водата за зоната за месеца m , kWh;

$E_{W,sys,m}$ - необходимата допълнителна енергия за работата на системата за гореща вода (като напр. електроенергията за циркулационните помпи и т.н.), kWh;

η_d - ефективността на акумулирането, преноса и разпределението на горещата вода от генератора на топлина до зоната;

η_a - ефективността на системата за автоматично управление на топлоподаването;

η_g - ефективността на генератора на топлина.

3.14. Основни изчислителни термодинамични зависимости в алгоритъма за определяне на разхода на енергия при охлаждане

3.14.1. Определяне на налягането на насищане на водните пари във въздуха

Налягането на насищане на водните пари във въздуха се определя по формулата:

$$p_{ws} = e^{(77,3450 + 0,0057 T - 7235 / T) / T^{8,2}} \quad (3.98),$$

където:

p_{ws} е налягането на насищане на водните пари, Pa;

$T = t + 273,15$ - абсолютната температура на въздуха, K.

3.14.2. Определяне на налягането на водните пари във въздуха

Относителната влажност на въздуха се изразява като отношение на парциалното налягане на водните пари и налягането на насищане на водните пари при температурата на въздуха по сухия термометър:

$$\varphi = p_w/p_{ws} \cdot 100, \% \quad (3.99),$$

където:

φ е относителната влажност, %;

p_w - парциалното налягане на водните пари, Pa;

p_{ws} - налягането на насищане на водните пари при температура на въздуха по сухия термометър.

При известна относителна влажност от уравнение (3.108) следва:

$$p_w = (\varphi \cdot p_{ws}) / 100, \text{ Pa.}$$

3.14.3. Определяне на влагосъдържанието „x” на въздуха

Влагосъдържанието на въздуха се определя по формулата:

$$x = 0,62198 p_w / (B - p_w), \text{ kg/kg сух въздух.} \quad (3.100),$$

където B е барометричното налягане, Pa.

3.14.4 Определяне на специфичната енталпия на въздуха

Специфичната енталпия на влажния въздух се изразява с уравнението:

$$h = h_a + x h_w \quad (3.101),$$

където:

h е специфичната енталпия на влажния въздух, kJ/kg;

h_a - специфичната енталпия на сухия въздух, kJ/kg; определя се като функция на температурата:

$$h_a = c_{pa} t \quad , \quad (3.102)$$

c_{pa} – специфичният топлинен капацитет на въздуха при постоянно налягане, kJ/kg°C; за диапазона на изменение на температурата от минус 100 °C до + 100 °C може да се приеме $c_{pa} = 1,006 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$;

t – температурата на въздуха, °C;

x – влагосъдържанието, kg/kg сух въздух;

h_w - специфичната енталпия на водните пари, kJ/kg.

При постоянно налягане специфичната енталпия на водните пари може да се изрази като:

$$h_w = c_{pw} t + h_{we} \quad (3.103),$$

където:

c_{pw} е специфичният топлинен капацитет на водните пари при постоянно налягане, $\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$; може да се приеме $c_{pw} = 1,805 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$;

t – температурата на водните пари, $^\circ\text{C}$;

$h_{we} = 2501 \text{ kJ/kg}$ – специфичната топлина на изпарение на водата при 0°C .

Чрез заместване на (3.102) и (3.103) в уравнение (3.101) се получава изчислителната зависимост (3.104):

$$h = c_{pa} t + x [c_{pw} t + h_{we}] \quad , \text{ kJ/kg} , \text{ или}$$
$$h = 1,006.t + x (1,805.t + 2501) \quad , \text{ kJ/kg} \quad (3.104).$$

3.14.5. Определяне на плътността на въздуха

От уравнението:

$$\rho = \rho_{da} (1 + x)/(1 + x R_w/R_a),$$

където:

ρ_{da} е плътността на сухия въздух, kg/m^3 , определена по формулата:

$$\rho_{da} = p/R_a \cdot T \quad (3.105);$$

p – налягането на въздуха, Pa ;

$R_a = 286,9 \text{ J/kg K}$ - газовата константа на сухия въздух;

$R_w = 461,5 \text{ J/kg K}$ - газовата константа на водните пари;

$$R_w/R_a = (461,5 \text{ J/kg K})/(286,9 \text{ J/kg K}) = 1,609$$

се достига до изчислителната зависимост за плътността на влажния въздух (формула 3.106):

$$\rho = \rho_{da} (1 + x) / (1 + 1,609 x) , \quad \text{kg/m}^3 \quad (3.106).$$

Част трета

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕКВИВАЛЕНТА ПЪРВИЧНА ЕНЕРГИЯ И ЕМИСИИТЕ CO_2 В РЕЗУЛТАТ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯТА НА СГРАДАТА

1. Претеглен общ енергиен баланс

Претеглените общи енергийни характеристики E_{we} на оценявания обект представляват балансът при границата на оценяване на:

- претеглената подавана енергия, изисквана за удовлетворяване на енергийните потребности на разглежданите приложения и за генериране на изнасяната енергия, $E_{we;del}$;
- претеглената изнасяна енергия, $E_{we;exp}$.

Претеглената подавана и претеглената изнасяна енергия са базирани на факторите на претегляне за всеки енергиен носител.

Претеглените общи енергийни характеристики E_{we} се изчисляват чрез формула (1):

$$E_{we} = E_{we;del;an} - E_{we;exp;an} \quad (1)$$

където:

$E_{we;del;an}$ - претеглената годишна подавана енергия, при отчитане само на енергийните носители от периметрите (на източниците);

$E_{we;exp;an}$ - претеглената годишна изнасяна енергия за енергиен носител i , включително енергията, изнасяна за функции на сградното място, които не са включени в енергийните характеристики.

Претеглените енергийни характеристики се изчисляват посредством следните видове претегляне:

- първична енергия, която може да бъде невъзобновяема (EP_{nren}), възобновяема (EP_{ren}) и обща (EP_{tot});
- емисии на парникови газове.

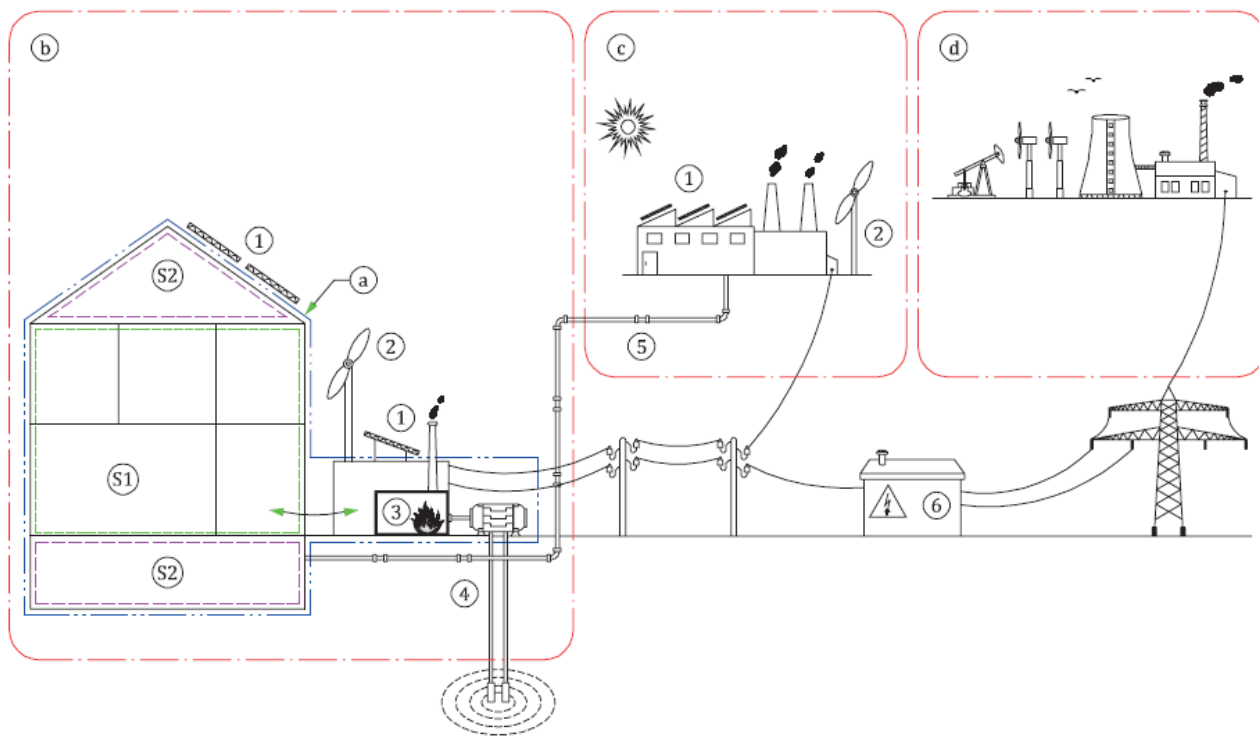
Това означава, че претегленото количество E_{we} може да бъде разход, количество отделена топлина, количество емисия на парников газ.

Енергията може да бъде внасяна или изнасяна през границата на оценяване. Границата на оценяване определя къде се изчислява или измерва действителната стойност на подаваната или изнасяната енергия.

Подаваната към сградата енергия се класифицира съобразно следните периметри (източник или местоназначение):

- на място;
- в близост;
- отдалечен.

Концепцията за „на място“, „в близост“ и „отдалечен“ е представена схематично на фигура 1.



Фигура 1. Примерна схема, представяща концепцията за периметрите и границата на оценяване

- | | | | |
|----|--|---|---|
| a | граница на оценяване (баланс на енергийното потребление) | 1 | PV, слънчева |
| b | периметър: на място | 2 | вятърна |
| c | периметър: в близост | 3 | котелно помещение |
| d | периметър: отдалечен | 4 | термопомпа |
| S1 | топлинно климатизирано пространство | 5 | централно отопление/охлаждане |
| S2 | пространство извън топлинната обвивка | 6 | подстанция (ниско/средно напрежение и потенциално съхранение) |

За всеки енергиен поток, подаван или изнасян през границата на оценяване, се определят фактори на претегляне на енергията (например, първична енергия, CO₂), при отчитане на източника на подаваната енергия и местоназначението на изнасяната енергия.

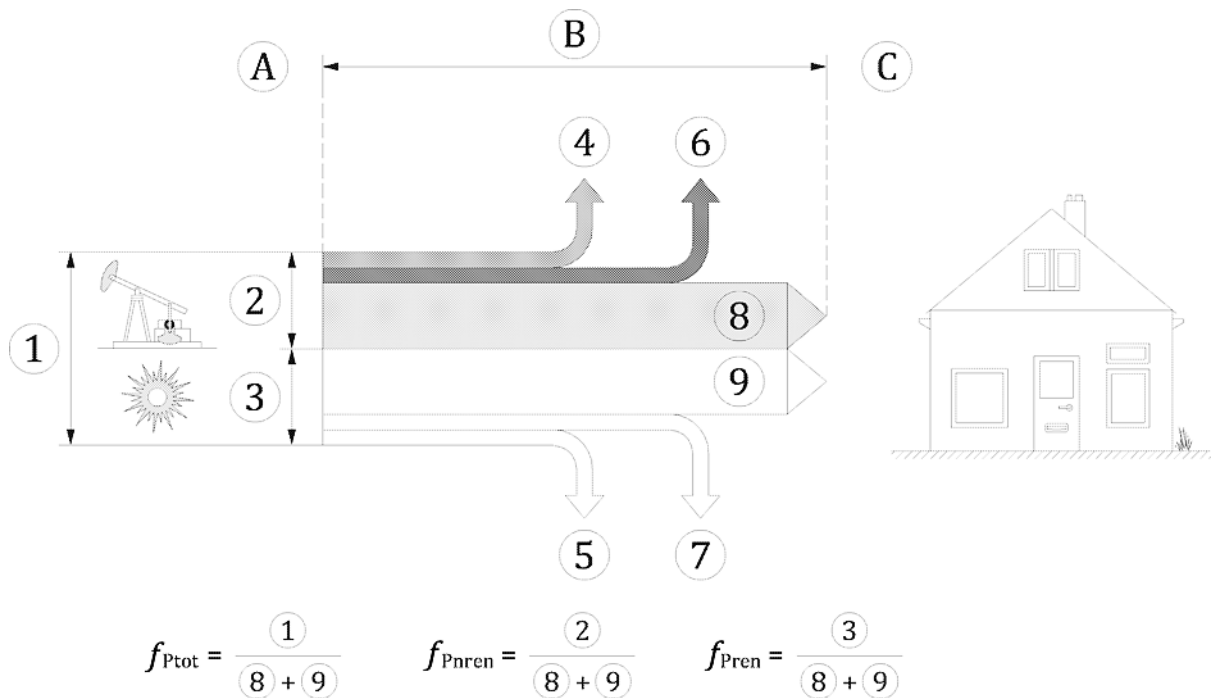
В случай на енергия, генерирана на място или в близост, факторите на претегляне се изчисляват съобразно приложимите EPB стандарти.

Границите на оценяване и факторите на претегляне на сградата, в случай на място, в близост и отдалечен, се установяват по такъв начин, че да се избегне двойното отчитане на възобновяемата енергия.

2. Фактори на първичната енергия

За всеки подаван или изнасян енергиен поток или енергиен носител са налични три фактора на първичната енергия (фигура 2):

- фактор на общата първична енергия ($f_{P,tot}$);
- фактор на невъзобновяемата първична енергия ($f_{P,nren}$);
- фактор на възобновяемата първична енергия ($f_{P,ren}$).



Фигура 2. Фактори на първичната енергия

A - енергиен източник

B - предходна верига на енергийните доставки

C - в границата на оценяване

1 - обща първична енергия

2 - невъзобновяема първична енергия

3 - възобновяема първична енергия

4 - невъзобновяема енергия, свързана с инфраструктурата

5 - възобновяема енергия, свързана с инфраструктурата

6 - невъзобновяема енергия за изнасяне, преобразуване и транспортиране

7 - възобновяема енергия за изнасяне, преобразуване и транспортиране

8 - подавана невъзобновяема енергия

9 - подавана възобновяема енергия

Първичната енергия е количеството енергия, която не е била обект на процес на превръщане и/или преобразуване.

Първичната енергия се определя въз основа на следната концепция:

Първичната енергия за даден енергиен ресурс се определя като „обща първична енергия“ ($E_{P,tot}$, kWh), която има две съставляващи: тя е сума на количеството първична енергия от невъзобновяеми източници ($E_{P,nren}$, kWh) и количеството първична енергия от възобновяеми източници ($E_{P,ren}$, kWh).

Първичната енергия на всеки енергиен източник се описва с три фактора на трансформация: f_{Ptot} , f_{Pnren} и f_{Pren} .

$$f_{Ptot} = f_{Pnren} + f_{Pren} \quad (2)$$

където:

f_{Ptot} е фактор на общата първична енергия на i -тия енергиен ресурс;

f_{Pnren} – фактор на първичната невъзобновяема енергия;

f_{Pren} – фактор на първичната възобновяема енергия.

Стойностите на трите фактора на първичната енергия са дадени в таблица 1.

В зависимост от мястото на генериране факторът на първична възобновяема енергия е $f_{Pren} \leq 1$.

„Първична енергия от невъзобновяеми източници“ се означава с $E_{P,nren}$, kWh и представлява количеството първична енергия за сградата от невъзобновяеми източници.

„Първична енергия от възобновяеми източници“ ($E_{P,ren}$, kWh) е количеството енергия, оползотворено от възобновяеми източници, генерирани на място, в близост или отдалечено.

Дефинициите за „на място“, „в близост“ и „отдалечено“ са дадени в § 1, т. 45, 46 и 47 от допълнителните разпоредби на наредбата.

Първичната енергия за определяне на класа на енергопотребление на сграда се определя на база $E_{P,nren}$, kWh, като се използва коефициент отчитащ загубите при добив и/или производство и пренос на енергийни ресурси и енергия f_{Pnren} от таблица 1.

Дела на възобновяемата енергия се определя – на база $E_{P,tot}$ с фактора f_{Ptot} от таблица 1.

При отдалечен източник на енергия коефициентът f_{Ptot} също се формира като сума от f_{Pnren} и f_{Pren} от таблица 1 и съгласно означенията на фиг. 2. В този случай f_{Ptot} отчита дела на първичната възобновяема енергия в енергийния микс, какъвто е случаят с доставената до сградата електрическа енергия от електроразпределителната мрежа. За отдалечени източници на енергия с $f_{Pren} \neq 0$ при изчисляване на първичната енергия за такъв конкретен източник по формула 3, от таблица 1 се взема само стойността на f_{Pnren} .

Първичната енергия за i -я енергиен ресурс $E_{P,nren}$ в kWh за определяне на класа на сградата се определя по формулата:

$$E_{P,nren} = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot f_{P,nren,i}, \text{ kWh} \quad (3)$$

където:

$E_{P,nren}$ е количеството първична енергия, kWh;

Q_i – количеството брутна потребна енергия с i -тия енергиен ресурс, kWh;

$f_{P,ren,i}$ е коефициент, отчитащ загубите за добив/производство и пренос на i -тата съставляваща на брутната потребна енергия от невъзобновяеми източници на енергия.

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 K_{CO_2e} за различни енергийни ресурси, са дадени в таблица 1.

Таблица 1

Вид енергиен ресурс/енергия	f_{Pren}	f_{Pren}	f_{Ptot}	K_{CO_2e}
	-			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

По аналогична формула на (2), но с коефициент на екологичен еквивалент K_{CO_2e} се определя количеството на емисиите въглероден диоксид (CO_2).

Количеството на емисиите CO_2 се определя по брутна потребна енергия съгласно формула 4.

$$EM_{P,CO_2e} = \left(\sum_{i=1}^m Q_i \cdot K_{CO_2e,i} \right) \cdot 10^{-6} \quad (4)$$

където:

EP_{CO_2e} е количеството емисии въглероден диоксид (CO_2), t;

Q_i - количеството на i -тия вид енергиен ресурс/енергия в потреблението на потребна енергия, kWh;

$K_{CO_2e,i}$ - коефициент на екологичен еквивалент на i -тия вид енергиен ресурс/енергия, g/kWh съгласно таблица 1;

m - броят на използваните видове енергийни ресурси/енергия.

4. Фактори на претегляне на изнасяната енергия

Има два допълващи се вида фактори на претегляне за изнасяната енергия. Те са базирани на оценката на:

- ресурсите, използвани за генериране на носител на енергията, която ще се изнася;
- ресурсите за изнасяне към външната мрежа.

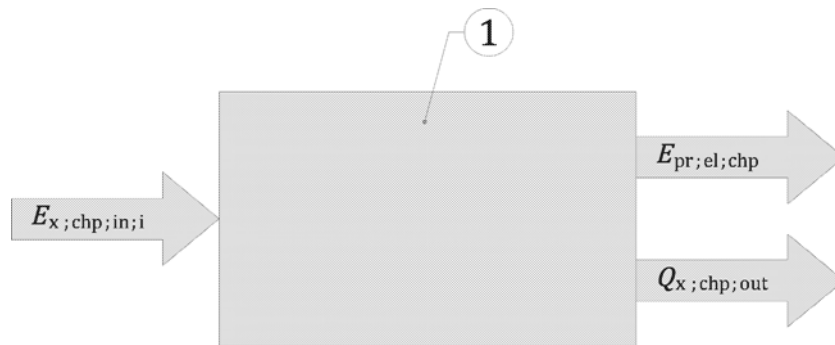
4.1 Фактори на претегляне, базирани на ресурси, използвани за генериране на изнасяна енергия

4.1.1 Електричество от фотоволтаични/вятърни системи

Факторите на претегляне, които са базирани на ресурси, използвани за генериране на изнасяно електричество от фотоволтаични и вятърни системи са същите, както факторите на претегляне за съответната подавана енергия.

4.1.2 Когенерирано електричество

Факторът на претегляне, който е базиран на ресурси, използвани за генериране на изнасяно електричество от когенерационна система се изчислява съобразно подаваната енергия на входа на когенератора, при използване на метода на разпределение, който се използва и за топлината, генерирана заедно с електричеството (фигура 3).



Фигура 3. Входящ и изходящ енергиен поток на системата за когенерация

1 когенерация

$E_{X;chp;in;i}$ енергиен носител cg на входа на системата за когенерация i , за сградна услуга X

$E_{pr;el;chp}$ електроенергия, генерирана от системата за когенерация

$Q_{X;chp;out}$ топлина, генерирана от системата за когенерация.

Когато система за когенерация генерира топлина $Q_{X;chp;out}$ и електричество $E_{pr;el;chp}$, факторът на първичната енергия за когенерираното електричество в изчислителния интервал се получава по формула (5):

$$f_{we;exp;el;stepA;chp;t} = \frac{E_{we;in;el;t}}{E_{pr;el;chp;t}} \quad (5)$$

където:

$E_{pr;el;chp;t}$ е електричеството, генерирано в изчислителния интервал t .

Фракциите на претеглената енергия на входа, разпределена към изходите, $E_{we;in;el;t}$ и $E_{we;in;Q,t}$, се получават по формули (6) и (7):

$$E_{we;in;el;t} = E_{we;in;t} \cdot a_{W,t} \quad (6)$$

и

$$E_{we;in;Q,t} = E_{we;in;t} \cdot a_{Q,t} \quad (7)$$

където:

$a_{W,t}$ и $a_{Q,t}$ са определените фактори на разпределение на когенерираните електричество и топлина в изчислителен интервал t .

$E_{we;in,t}$ е сумата от претегления енергиен носител на входа $E_{X;gen;in;cr,i,t}$ на системата за когенерация в изчислителния интервал t , получен по формула (8):

$$E_{we;in,t} = \sum_i E_{X;chp;in;cr,i,t} \cdot f_{we;del;cr,i,t} \quad (8)$$

Допълнителната енергия за когенератора се приспада от генерираното електричество.

Определянето на енергийните характеристики на сграда при наличие на комбинирано производство на енергия и изнасяне на енергия е дадено в част девета на методиката.

4.1.3 Много системи за генериране на място, осигуряващи изнасяна енергия

В случай на много системи за генериране на място, средният фактор на претегляне за електричеството по формула (9):

$$f_{we;el;stepA,t} = \frac{\sum_i (f_{we;exp;el;stepA;pr,i,t} \cdot E_{exp;el;pr,i,t})}{\sum_i E_{exp;el;pr,i,t}} \quad (9)$$

където:

$E_{exp;el;pr,i}$ е количеството електричество, генерирано от система за генериране i , което се изнася;

$f_{we;exp;el; стъпка A; pr, i}$ - е факторът на преобразуване за електричеството, генерирано от системата за генериране i .

Детайлна формулировка за изчислителните процедури при изнасяне на генерирана енергия в сградата е представена в БДС EN ISO 52000-1.

4.2 Дял на възобновяемата енергия

Коефициентът на възобновяемата енергия RER се получава по формула (10):

$$RER = \frac{E_{Pren;RER}}{E_{Ptot}} \quad (10)$$

където:

E_{Ptot} е общата първична енергия, изчислена по формула (1) при използване на факторите за преобразуване на общата първична енергия $f_{Ptot;del;cr,i}$ и $f_{Ptot;exp;cr,i}$;

$E_{Pren;RER}$ е възобновяемата първична енергия, изчислена по формула (1).

RER зависи от избрания периметър. За да могат да се сравняват различните изчислени стойности на RER, избраният периметър трябва да бъде указан чрез индекс (например, RER_{onst} , RER_{nrby} , RER_{dist}).

Процедурите за оценка на енергията от възобновяем енергиен източник, свързани с различни технологии (топлинни слънчеви системи, термopомпи и т.н.), се изпълняват съгласно ЕРВ стандартите за съответните подсистеми.

4.3. Топлинни еквиваленти на горива

Брутна калорична стойност на твърди горива е дадена в таблица 2

Таблица 2

Гориво	Брутна калорична стойност kWh/kg
Антрацитни въглища	8,9 – 9,7
Битуминозни въглища	4,7–6,9
Дървени въглища	8,22
Кокс	7,8 – 8,6
Лигнит	4,2 – 8,3
Торф	3,6 – 5,6
Дървесина (суха)	3,9 – 4,7

Брутна калорична стойност на течни горива е дадена в Таблица 3

Таблица 3

Гориво	Плътност kg/l	Брутна калорична стойност kWh/kg
Мазут		
Мазут, лек	0,84 – 0,85	12,44
Мазут, тежък	0,96	13,94 – 11,75
Втечен газ		
80 пропан:20 бутан	0,52	13,83
70 пропан:30 бутан	0,53	13,83
60 пропан:40 бутан	0,53	13,81
50 пропан:50 бутан	0,55	13,78
Промислен пропан	0,51	13,89
^a Доверителният интервал при втечнения газ е около $\pm 0,1$ MJ/kg.		

Брутна калорична стойност на газообразни енергийни носители е дадена в Таблица 4

Таблица 4

Гориво	Плътност kg/m ³	Брутна калорична стойност kWh/m ³
Природен газ лек	0,64	9,75 – 9,78
Природен газ тежък	0,61	11,41 – 11,47
Метан	0,55	11,06 – 11,08
Пропан	1,56	28,03
Бутан	2,09	37,19
Водород	0,09	39
Биогаз	1,2	4 до 8 ^a
^a В зависимост от съдържанието на метан.		

Фактори на преобразуване на нетните в брутни калорични стойности на енергийните носители са дадени в таблица 5

Таблица 5

Енергиен носител a	Фактор на преобразуване $f_{GCV/NCV}$
Мазут	1,06
Газ	1,11
Втечен газ	1,09
Въглища	1,04
Лигнит	1,08
Дървесина	1,08

Част четвърта

ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ ПРЕЗ ПОДОВИ КОНСТРУКЦИИ

В съответствие с БДС EN ISO 13370 са представени основните изчислителни алгоритми за определяне на термичното съпротивление и коефициента на топлопреминаване на подови конструкции в близост до земната основа и сутерените, заедно с коефициенти, които дават възможност да се изчисляват топлинните потоци на месечна база.

1. Общо описание

Топлопренасянето през земната основа се характеризира чрез:

- топлинен поток, свързан с площта на подовата плоча в зависимост от подовата конструкция;

– топлинен поток, свързан с периметъра на подовата плоча, в зависимост от топлинния мост по периферията на подовата плоча, и

– годишен периодичен топлинен поток, също свързан с периметъра на подовата плоча, получен в резултат на топлинната инерция на земната основа.

Стационарната част на топлопренасянето се определя по формулата:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_{wf} \quad (1)$$

където:

H_g е коефициентът на топлопренасяне при стационарен режим през земната основа, в W/K;

A е площта на подовата плоча, в m^2 ;

U е коефициентът на топлопреминаване между вътрешната и външната среда ($U_{fg;sog}$, $U_{fg;sus}$ $U_{bg;eff}$ или U_{ub} , в зависимост от вида на подовата плоча, W/($m^2 \cdot K$);

P е периметърът, изложен на въздействие, в m;

Ψ_{wf} е коефициентът на линейно топлопреминаване на връзката стена/подова плоча, в W/($m \cdot K$).

Тази формула е приложима за подова плоча с всякаква големина или форма. U зависи от големината на подовата плоча, но Ψ_{wf} не зависи от размерите на подовата плоча. Формулата е систематизирана за различни видове подови конструкции.

Изложен е и подход за отчитане на фазовите разлики между годишния цикъл на температурните колебания и топлинния поток.

2. Изчисляване на топлопренасянето през земната основа

2.1 Топлинни свойства на земната основа

Стойностите по подразбиране са дадени в таблица 1. Ако типът на земната основа е неизвестен, трябва да се използва категория 2.

Таблица 1. Топлинни свойства на земната основа

Категория	Описание	Коефициент на топлопроводност λ_g W/($m \cdot K$)	Топлинен капацитет на обем ρc J/($m^3 \cdot K$)
1	Глина или нанос	1,5	$3,0 \times 10^6$
2	Пясък или чакъл	2,0	$2,0 \times 10^6$
3	Хомогенна скала	3,5	$2,0 \times 10^6$

2.2 Вътрешна температура

Ако има различни температури в различни помещения или пространства непосредствено над подовата плоча, се използва средна пространствена стойност. Тази средна стойност се получава чрез претегляне на температурата във всяко пространство към площта на това пространство в контакт със земната основа.

За изчисляване на стойностите на топлинния поток са необходими стойностите на:

- a) средната годишна вътрешна температура, и
- b) ако трябва да се включат колебанията на вътрешната температура, амплитудата на колебанията на вътрешната температура от средната годишна стойност; тази амплитуда се определя като половината от разликата между максималните и минималните стойности на средните температури за всеки месец.

2.3 Температура на външната среда

За изчисляване на стойностите на топлинния поток са необходими още стойностите на:

- a) средната годишна температура на външния въздух;
- b) ако трябва да се включат колебания на външната температура, амплитудата на колебанията на температурата на външния въздух от средната годишна; тази амплитуда се определя като половината от разликата между максималните и минималните стойности на средните температури за всеки месец, и
- c) за подови плочи над въздушно пространство с естествена вентилация, средната скорост на вятъра, измерена на височина 10 m над нивото на външния терен.

2.4 Параметри, използвани в изчисленията

2.4.1 Характеристичен размер на подова плоча

За да вземат предвид тримерното естество на топлинния поток в земната основа, формулите са изразени от гледна точка на „характеристичния размер“ на подовата плоча, B , определен като площта на подовата плоча, разделена на половината от периметъра:

$$B = \frac{A}{0,5 \times P} \quad (2)$$

където

B е характеристичния размер на подовата плоча, в m;

A е площта на подовата плоча, в m^2 ;

P е периметърът, изложен на въздействие, в m.

За подови плочи с безкрайна дължина B е широчината на подовата плоча; за квадратни подови плочи B е половината от дължината на страната.

Специални детайли на фундирането, например топлоизолация по периферията на подовата плоча, се третират като модифициращи топлинния поток по периметъра.

В случай на сутерени B се изчислява от площта и периметъра на подовата плоча на сутерена, а топлинният поток от сутерена включва допълнителен член, свързан с периметъра и дълбочината на подовата плоча на сутерена под нивото на терена.

2.4.2 Еквивалентна дебелина

Топлинното съпротивление се представя чрез неговата еквивалентна дебелина, която е дебелината на земна основа, която има същото топлинно съпротивление:

- d_f е еквивалентната дебелина за подовите плочи; и
- $d_{w;b}$ е еквивалентната дебелина за сутеренните стени под нивото на терена.

Коефициентите на топлопренасяне през земната основа при стационарен режим са свързани със съотношението на еквивалентната дебелина към характеристичния размер на подовата плоча, а периодичните коефициенти на топлопренасяне са свързани със съотношението на еквивалентната дебелина към дълбочината на периодично проникване.

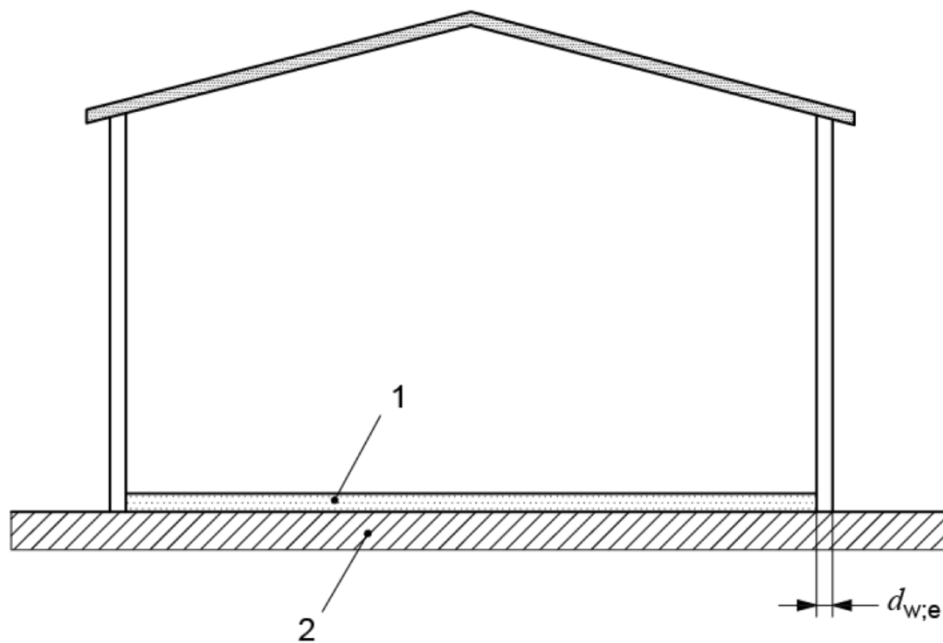
3. Изчисляване на коефициентите на топлопреминаване

3.1 Подова плоча върху земна основа

Подовите плочи върху земна основа включват всички подови плочи, които са в контакт със земната основа по цялата си площ, независимо дали са подпрени на земната основа по цялата си площ или не, и които се намират на или близо до нивото на външната земна повърхност (фигура 1). Тази подова плоча може да бъде

- без топлоизолация, или
- с равномерна топлоизолация (над, под или в рамките на плочата) по цялата си площ.

Ако подовата плоча има хоризонтална и/или вертикална топлоизолация по периферията, коефициентът на топлопреминаване се коригира, както е показано по-долу.



Фигура 1 – Принцилна схема на подова плоча върху земна основа

- 1 подова плоча
 2 земна основа
 $d_{w,e}$ дебелина на външните стени

Коефициентът на топлопреминаване зависи от характеристикния размер на подовата плоча, B и общата еквивалентна дебелина, d_f , определена чрез формула (3):

$$d_f = d_{w,e} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{f,sog} + R_{se}) \quad (3)$$

където

d_f е общата еквивалентна дебелина, в m;

$d_{w,e}$ е пълната дебелина на стените, включваща всички слоеве, в m;

λ_g е коефициентът на топлопроводност на земната основа, в $W/(m \cdot K)$;

$R_{f,sog}$ е топлинното съпротивление на подовата плоча, включително това на топлоизолационните слоеве по цялата площ над, под или в рамките на подовата плоча, и това на подовата настилка, в $m^2 \cdot K/W$;

R_{si} е топлинното съпротивление на вътрешната повърхност, в $m^2 \cdot K/W$;

R_{se} е топлинното съпротивление на външната повърхност, в $m^2 \cdot K/W$.

Топлинното съпротивление на плътните бетонни плочи и тънките подови настилки може да бъде пренебрегнато. Приема се, че твърдата основа под плочата има същия коефициент на топлопроводност като този на земната основа, и нейното топлинно съпротивление не трябва да се включва.

Коефициентът на топлопреминаване се изчислява по формула (4) или (5) в зависимост от топлоизолацията на подовата плоча.

Ако $d_f < B$ (подови плочи без топлоизолация и с умерена топлоизолация),

$$U_{fg;sog} = \frac{2 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot B + d_f} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B}{d_f} + 1 \right) \quad (4)$$

Ако $d_f \geq B$ (подови плочи с добра топлоизолация),

$$U_{fg;sog} = \frac{\lambda_g}{0,457 \times B + d_f} \quad (5)$$

За подови плочи с добра топлоизолация това може да се използва алтернативно формула 6:

$$U_{fg;sog} = \frac{1}{\left(R_{si} + R_f + R_{se} + d_{w;e} / \lambda_g \right) + R_{g;eff}} \quad (6)$$

където

$R_{g;eff}$ е ефективното топлинно съпротивление на земната основа, в $m^2 \cdot K/W$, дадено чрез:

$$R_{g;eff} = \frac{0,457 \times B}{\lambda_g} \quad (7)$$

Коефициентът на топлопренасяне през земната основа при стационарен режим между вътрешната и външната среда се получава по формула (1).

3.2 Подова плоча над въздушно пространство

Подова плоча над въздушно пространство е всякакъв тип подова плоча, разположена на разстояние от земната основа, например дървена или от греди и междинни блокове (фигура 2). Тази точка се отнася за конвенционалната конструкция на подова плоча над въздушно пространство, при която подподовото пространство е с естествена вентилация с външен въздух. За механична вентилация на подподовото пространство, или ако кратността на въздухообмена е определена, се прилагат формулите в т.6.

Коефициентът на топлопреминаване се определя по формула (8):

$$\frac{1}{U_{fg;sus}} = \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{1}{U_g + U_x} \quad (8)$$

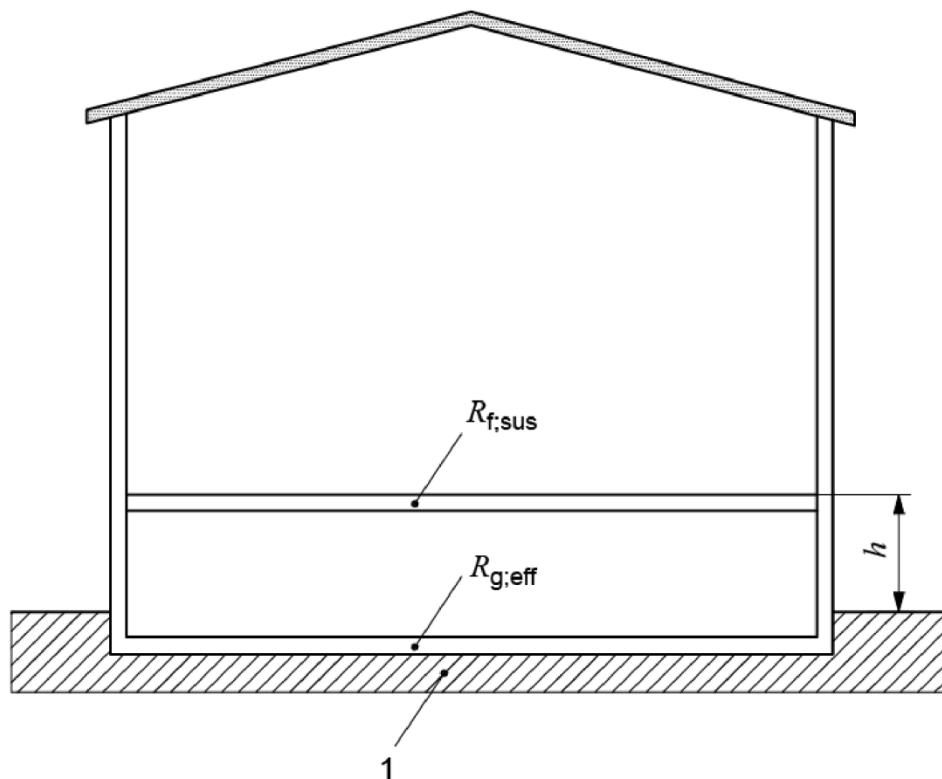
където:

$U_{f;sus} = \frac{1}{R_{f;sus}}$ е коефициентът на топлопреминаване на частта от подовата плоча над въздушно пространство (между вътрешната среда и подподовото пространство), в $W/(m^2 \cdot K)$;

$R_{f;sus}$ е общото топлинно съпротивление на частта от подовата плоча над въздушно пространство, в $m^2 \cdot K/W$, изчислено в съответствие с БДС EN ISO 6946, като се вземат предвид топлинните мостове във всички слоеве на подовата конструкция и се използват съпротивленията на повърхностите;

$U_g = \frac{1}{R_{g;eff}}$ е коефициентът на топлопреминаване за топлинен поток през земната основа, в $W/(m^2 \cdot K)$;

U_x е еквивалентен коефициент на топлопреминаване между подподовото пространство и външната среда с отчитане на топлинния поток през стените на подподовото пространство и от вентилацията на подподовото пространство, в $W/(m^2 \cdot K)$.



Фигура 2 – Принципна схема на подова плоча над въздушно пространство

1 Земна основа

h височина на подовата повърхност над нивото на външния терен

$R_{f;sus}$ топлинно съпротивление на подовата конструкция

$R_{g;eff}$ ефективно топлинно съпротивление на земната основа

Съпротивленията на повърхностите за топлинен поток в посока надолу са приложими в случай на отопляема сграда, а съпротивленията на повърхностите за топлинен поток в посока нагоре са приложими в случай на охлаждаема сграда.

U_g се изчислява по формули (2), (9) и (10):

$$d_g = d_{w;e} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{f,ins} + R_{se}) \quad (9)$$

$$U_g = \frac{2 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot B + d_g} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B}{d_g} + 1 \right) \quad (10)$$

където

- $R_{f,ins}$ е топлинното съпротивление на всяка топлинна изолация върху основата на подподовото пространство, в $m^2 \cdot K/W$;
- d_g е еквивалентната дебелина за земната основа под подовата плоча над въздушно пространство, в $m^2 \cdot K/W$.

Ако подподовото пространство се простира до средна дълбочина по-голяма от 0,5 m под нивото на терена, U_g се изчислява по формула (37).

Ако топлоизолация по периферията е положена около основата на подподовото пространство, U_g се модифицира съгласно формула (32).

U_x се получава по формула (11):

$$U_x = 2 \times \frac{h \cdot U_w}{B} + 1450 \times \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B} \quad (11)$$

където:

- h е височината на горната повърхност на подовата плоча над нивото на външния терен, в m;
- U_w е коефициентът на топлопреминаване на стените на подподовото пространство над нивото на терена, в $W/(m^2 \cdot K)$, изчислен в съответствие с БДС EN ISO 6946;
- ε е площта на вентилационните отвори на дължината на периметъра на подподовото пространство, в m^2/m ;
- v е средната скорост на вятъра на височина 10 m, в m/s
- f_w е коефициентът за защита от вятър.

Ако h варира по периметъра на подовата плоча, във формула (11) се използва средната му

стойност.

В т.6 са дадени формули за изчисляване на средната температура в подповодното пространство.

Коефициентът за защита от вятър свързва скоростта на вятъра на височина 10 m (приет за непрепятстван) към тази близо до нивото на терена, като се вземе предвид защитата от съседните сгради и т.н. Представителни стойности са дадени в таблица 2.

Таблица 2. Стойности на коефициента на защита от вятър

Категория	Местоположение	Пример	Коефициент на защита от вятър f_w
1	Защитено	Център на града	0,02
2	Средно	В покрайнините	0,05
3	Изложено на въздействие	Селски райони	0,10

Коефициентът на топлопrenaсяне през земната основа при стационарен режим между вътрешната и външната среда се получава по формула (1).

3.3. Отопляем сутерен

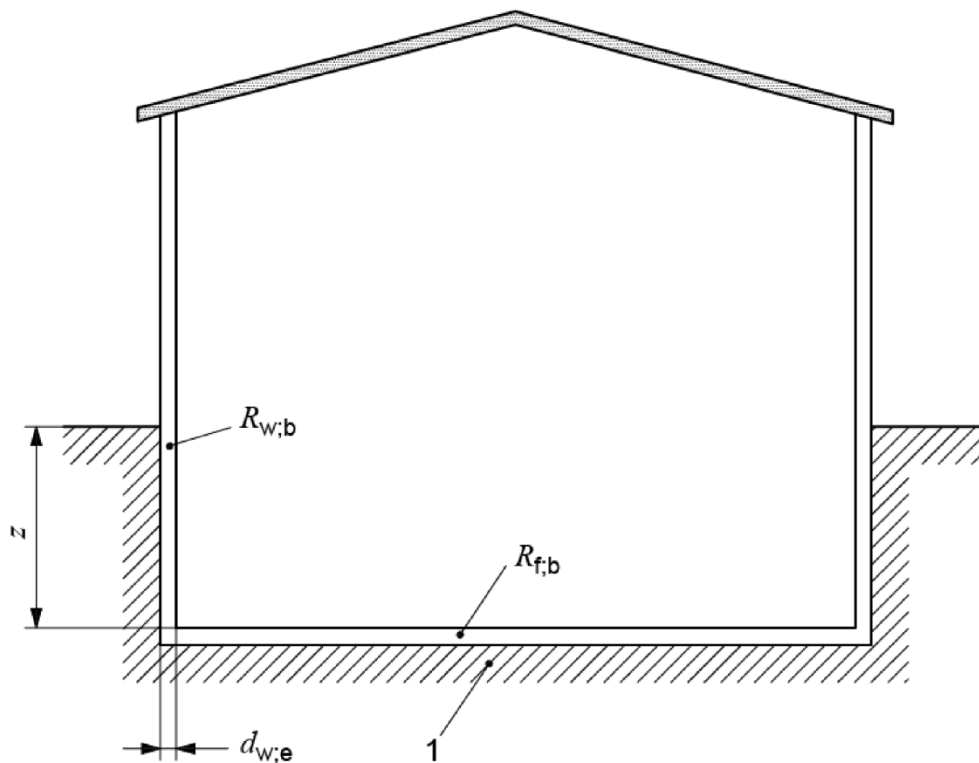
3.3.1 Общи положения

Процедурите, дадени за сутерени, се прилагат за сгради, в които част от обитаемото пространство е под нивото на терена (фигура 3). Формулите (12) до (18) се прилагат за топлопrenaсяне между вътрешната среда на отопляем сутерен и външната среда. Базата е подобна на тази за плочи върху земна основа, но като се взема предвид:

- дълбочината, z , на подовата плоча на сутерена под нивото на терена, и
- възможността за прилагане на различни нива на топлоизолация на сутеренни стени и на подовата плоча на сутерена.

Ако z варира по периметъра на сградата, в изчисленията се използва средната му стойност.

В случай на сграда, която има частично подова плоча върху земна основа и частично сутерен, с приближение може да се приеме, че сградата има сутерен по цялата си площ с дълбочина, равна на половината от действителната дълбочина на сутеренната част.



Фигура 3 – Принципна схема на сграда с отопляем сутерен

- 1 земна основа
 $R_{f,b}$ топлинно съпротивление на подовата конструкция
 $R_{w,b}$ топлинно съпротивление на сутеренните стени, включващи всички слоеве
 $d_{w,e}$ дебелина на външните стени
 z дълбочина на сутерена под нивото на терена

3.3.2 Подова плоча на сутерен

За да се определи $U_{f,b}$, се изчислява характеристичният размер за подовата плоча на сутерена по формула (2), като се включва всяка топлинна изолация на подовата плоча на сутерена в общата еквивалентна дебелина, $d_{w,e}$, дадена чрез формула (12):

$$d_f = d_{w,e} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{f,b} + R_{se}) \quad (12)$$

където:

- d_f е общата еквивалентна дебелина, в m;
 $d_{w,e}$ е пълната дебелина на стените на сградата на нивото на терена, включваща всички слоеве, в m;

$R_{f;b}$ е топлинното съпротивление на подовата плоча, включително това на топлоизолационните слоеве по цялата площ над, под или в рамките на подовата плоча, и това на подовата настилка, в $m^2 \cdot K/W$;

R_{si} е топлинното съпротивление на вътрешната повърхност, в $m^2 \cdot K/W$;

R_{se} е топлинното съпротивление на външната повърхност, в $m^2 \cdot K/W$.

λ_g е коефициентът на топлопроводност на земната основа, в $W/(m \cdot K)$;

Топлинното съпротивление на плътните бетонни плочи и тънките подови настилки може да бъде пренебрегнато. Приема се, че твърдата основа под плочата има същия коефициент на топлопроводност като този на земната основа и нейното топлинно съпротивление трябва да се пренебрегва.

В зависимост от топлинната изолация на подовата плоча на сутерена се използва формула (13) или формула (14).

Ако $(d_f + 0,5 \times z) < B$ (подови плочи на сутерен без топлоизолация и с умерена топлоизолация),

$$U_{fg;b} = \frac{2 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot B + d_f + 0,5 \times z} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B}{d_f + 0,5 \times z} + 1 \right) \quad (13)$$

Ако $(d_f + 0,5 \times z) \geq B$ (подови плочи на сутерен с добра топлоизолация),

$$U_{fg;b} = \frac{\lambda_g}{0,457 \times B + d_f + 0,5 \times z} \quad (14)$$

3.3.3 Сутеренни стени

$U_{wg;b}$ зависи от общата еквивалентна дебелина на сутеренните стени, $d_{w;b}$, дадена чрез формула (15):

$$d_{w;b} = \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{w;b} + R_{se}) \quad (15)$$

където $R_{w;b}$ е топлинното съпротивление на сутеренните стени, включително всички слоеве.

$U_{wg;b}$ се получава от формула (16):

$$U_{wg;b} = \frac{2 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot z} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \times d_f}{d_f + z} \right) \cdot \ln \left(\frac{z}{d_{w;b}} + 1 \right) \quad (16)$$

Формулата за $U_{wg;b}$ включва и $d_{w;b}$ и d_f . Тя е валидна за $d_{w;b} \geq d_f$, както обикновено е случаят. Ако, обаче, $d_{w;b} < d_f$, тогава d_f трябва да се замени с $d_{w;b}$ във формула (16).

3.3.4 Топлопренасяне от целия сутерен

Ефективният коефициент на топлопреминаване, характеризиращ целия сутерен в контакт със земната основа, се изчислява по формулата:

$$U_{bg;eff} = \frac{A \cdot U_{fg;b} + z \cdot P \cdot U_{wg;b}}{A + z \cdot P} \quad (17)$$

Формула (1) за коефициента на топлопренасяне през земната основа при стационарен режим между вътрешната и външната среда е модифицирана, за да включи сутерена, и H_g се определя по формула (18):

$$H_g = A \cdot U_{fg;b} + z \cdot P \cdot U_{wg;b} + P \cdot \Psi_{w;f} \quad (18)$$

3.4 Неотопляем сутерен

Формулите са приложими за топлопренасяне между вътрешната среда и външната среда през неотопляем сутерен, вентилиран отвън.

Коефициентът на топлопреминаване между вътрешната и външната среда, U_{ub} , се определя по формула (19):

$$\frac{1}{U_{ub}} = \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{A}{\left(A \cdot U_{fg;b}\right) + \left(z \cdot P \cdot U_{wg;b}\right) + \left(h \cdot P \cdot U_w\right) + \left(c_p \cdot \rho \cdot n \cdot V\right)} \quad (19)$$

където:

$U_{f;sus}$ е коефициентът на топлопреминаване на подовата плоча (между външната среда и сутерена), в $W/(m^2 \cdot K)$;

U_w е коефициентът на топлопреминаване на сутеренните стени над нивото на терена, в $W/(m^2 \cdot K)$;

h е височината на сутеренните стени над нивото на терена, в m;

c_p е специфичният топлинен капацитет на въздуха при постоянно налягане, в $Wh/(kg \cdot K)$;

ρ е плътността на въздуха, в kg/m^3 ;

n е кратността на въздухообмена на сутерена, във въздухообмен на час;

V е въздушният обем на сутерена, в m^3 .

При отсъствие на специфична информация, може да се използва стойност $n = 0,3$ кратност на час.

$U_{f;sus}$ и U_w се изчисляват в съответствие с БДС EN ISO 6946.

$U_{fg;b}$ и $U_{wg;b}$ се изчисляват в съответствие с т. 3.3.

Средната температура в сутерена може да се изчисли по метода от т.6.

Коефициентът на топлопренасяне през земната основа при стационарен режим между вътрешната и външната среда се получава по формула (1).

3.5 Частично отопляем сутерен

Стойностите на топлинния поток за частично отопляеми сутерени се изчисляват по следната процедура:

- a) изчислява се стойността на топлинния поток за напълно отопляем сутерен;
- b) изчислява се стойността на топлинния поток за неотопляем сутерен;
- c) стойностите на топлинния поток от a) и b) се комбинират пропорционално на площите на отопляемата и неотопляемата част на сутерена в контакт със земната основа, за да се получи стойността на топлинния поток за частично отопляем сутерен.

3.6 Ефективно топлинно съпротивление на подовата конструкция

В преходните методите за изчисляването на топлинния поток или температурите в сградите, като се използват времеви интервали от един час или по-малко, ефективното топлинно съпротивление на подовата конструкция (включително влиянието на земната основа) се изчислява, както следва:

$$R_{f;eff} = \frac{1}{U} - R_{si} \quad (20)$$

където

$R_{f;eff}$ е ефективният коефициент на топлопреминаване на подовата конструкция (включително влиянието на земната основа), в $m^2 \cdot K/W$;

U е коефициентът на топлопреминаване на подовата плоча, както е изчислен в 3.1, 3.2, 3.3 или 3.4, в $W/(m^2 \cdot K)$.

4. Изчисляване на стойността на топлинния поток на земната основа

4.1 Методи за изчисление

Представени са два метода за изчисление на стойността на топлинния поток, Φ :

- a) изчисляване на стойността на топлинния поток на земната основа поотделно за всеки

месец;

b) изчисляване на средната годишна стойност на топлинния поток на земната основа.

4.2 Месечна стойност на топлинния поток с използване на синусоидални температурни колебания

За да се вземе предвид влиянието на голямата топлинна инерция на земната основа, топлопренасянето се представя чрез стационарен или среден компонент, заедно с годишния периодичен компонент. Стационарният компонент е свързан с разликата между средната годишна вътрешна температура и средната годишна външна температура. Периодичният компонент е свързан с амплитудата на колебанията на вътрешната и външната температура около съответните им средни стойности.

Приема се, че вътрешната и външната температура варират синусоидално около средните си годишни стойности в следната форма:

$$\theta_{\text{int},m} = \bar{\theta}_{\text{int}} - \hat{\theta}_{\text{int}} \cdot \cos \left[2\pi \cdot \left(\frac{m - \tau}{12} \right) \right] \quad (21)$$

$$\theta_{\text{e},m} = \bar{\theta}_{\text{e}} - \hat{\theta}_{\text{e}} \cdot \cos \left[2\pi \cdot \left(\frac{m - \tau}{12} \right) \right] \quad (22)$$

където:

$\theta_{\text{int},m}$ е средната месечна вътрешна температура за месец m , в °C;

$\bar{\theta}_{\text{int}}$ е средната годишна вътрешна температура, в °C;

$\hat{\theta}_{\text{int}}$ е амплитудата на колебанията на средната месечна вътрешна температура, в K;

$\theta_{\text{e},m}$ е средната месечна външна температура за месец m , в °C;

$\bar{\theta}_{\text{e}}$ е средната годишна външна температура, в °C;

$\hat{\theta}_{\text{e}}$ е амплитудата на колебанията на средната месечна външна температура, в K;

m е номерът на месеца ($m = 1$ за януари до $m = 12$ за декември);

τ е номерът на месеца, в който се наблюдава минимална средна външна температура (ако е подходящо, τ може да бъде изразено и като десетично число).

Средната стойност на топлинния поток през месец m се определя от

$$\Phi_m = H_g \cdot (\bar{\theta}_{\text{int}} - \bar{\theta}_{\text{e}}) - H_{\text{pi}} \cdot \hat{\theta}_{\text{int}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{m - \tau + \alpha}{12} \right) + H_{\text{pe}} \cdot \hat{\theta}_{\text{e}} \cdot \cos \left(2\pi \cdot \frac{m - \tau - \beta}{12} \right) \quad (23)$$

където:

Φ_m е средната стойност на топлинния поток през месец m , в W;

H_g е коефициентът на топлопренасяне през земната основа при стационарен режим, в W/K;

H_{pi} е вътрешният периодичен коефициент на топлопренасяне, в W/K;

H_{pe} е външният периодичен коефициент на топлопренасяне, в W/K;

$\bar{\theta}_{int}$ е средната годишна вътрешна температура, в °C;

$\hat{\theta}_{int}$ е амплитудата на колебанията в средната месечна вътрешна температура, в K;

$\bar{\theta}_e$ е средната годишна външна температура, в °C;

$\hat{\theta}_e$ е амплитудата на колебанията в средната месечна външна температура, в K;

α е избързването на цикъла на топлинния поток в сравнение с този на вътрешната температура, в месеци;

β е изоставането на цикъла на топлинния поток в сравнение с този на вътрешната температура, в месеци;

τ е номерът на месеца, в който се наблюдава минимална външна температура.

4.3 Месечна стойност на топлинния поток с използване на средните месечни температури

Месечната стойност на топлинния поток се изчислява чрез

$$\Phi_m = U \cdot A \cdot (\bar{\theta}_{int} - \bar{\theta}_e) + P \cdot \Psi_{wf} \cdot (\theta_{int,m} - \theta_{e,m}) - H_{pi} \cdot (\bar{\theta}_{int} - \theta_{int,m}) + H_{pe} \cdot (\bar{\theta}_e - \theta_{e,m}) \quad (24)$$

където се приема, че фазовите разлики α и β са равни на нула и където U и A се отнасят за конструкциите в контакт със земната основа.

4.4 Средна годишна стойност на топлинния поток

Ако $\hat{\theta}_{int}$, $\hat{\theta}_e$ или продължителността на отоплителния сезон не са известни, или ако загубите през земната основа се изискват само приблизително, стойността на топлинния поток през земната основа може да се приема за константа, равна на стационарния компонент:

$$\bar{\Phi} = H_g \cdot (\bar{\theta}_{int} - \bar{\theta}_e) \quad (25)$$

Често това е адекватно приближение, особено ако отоплителният сезон е продължителен, или ако $\hat{\theta}_i$ и $\hat{\theta}_e$ оказват противоположно влияние върху топлинния поток.

4.5 Максимална месечна стойност на топлинния поток

Максималната месечна стойност на топлинния поток е дадена чрез

$$\Phi_{\max} = H_g \cdot (\bar{\theta}_{\text{int}} - \bar{\theta}_e) + H_{\text{pe}} \cdot \hat{\theta}_e \quad (26)$$

4.6 Месечен коефициент на топлопренасяне на земната основа като входни данни за месечните изчисления на топлинния баланс в сграда

Коефициентът на топлопренасяне на земната основа, $H_{g;\text{an};m}$, през месец m е даден чрез

$$H_{g;\text{an};m} = \frac{\Phi_m}{\theta_{\text{int}} - \theta_e} \quad (27)$$

ЗАБЕЛЕЖКА 2: Средната годишна температурна разлика се използва във формула (С.10), защото разликата между месечната вътрешна и външна температура може да бъде нула. $H_{g;\text{an};m}$ е предназначен да се използва с разликата между вътрешната температура през месец m и средната годишна външна температура.

Сезонните стойности, коригирани до средната температурна разлика през отоплителния сезон, са дадени чрез формула (28):

$$H_{g;H;\text{adj}} = \frac{\sum H_{g;\text{an};m}}{6} \times \frac{\sum (\theta_{\text{int};m;H} - \theta_{e;m;H})}{6 \cdot (\theta_{\text{int};\text{an}} - \theta_{e;\text{an}})} \quad (28)$$

където mH показва сумата през октомври до март (северно полукълбо) или април до септември (южно полукълбо).

Сезонните стойности, коригирани до средната температурна разлика през охладителния сезон, са дадени чрез формула (29):

$$H_{g;C;\text{adj}} = \frac{\sum H_{g;\text{an};m}}{6} \times \frac{\sum (\theta_{\text{int};m;C} - \theta_{e;m;C})}{6 \cdot (\theta_{\text{int};\text{an}} - \theta_{e;\text{an}})} \quad (29)$$

където mC показва сумата от април до септември (северно полукълбо) или от октомври до март (южно полукълбо).

$H_{g;H;adj}$ и $H_{g;C;adj}$ са предназначени за изчисляване на времевата константа на сградата или климатизираната зона.

5. Плоча върху земната основа с топлоизолация по периферията

5.1 Общи положения

Подовата плоча върху земна основа може да има топлоизолация по периферията, положена или хоризонтално, или вертикално по периметъра на подовата плоча. Формулите, дадени в това приложение, са приложими, когато широчината или дълбочината на топлоизолацията по периферията, D , е малка в сравнение с широчината на сградата.

Влиянието на топлоизолацията по периферията се третира като коефициент на линейно топлопреминаване, $\Psi_{g,ed}$, който се получава в съответствие с подхода за хоризонтална топлоизолация по периферията или за вертикална топлоизолация по периферията. Фундаменти с ниска плътност, чийто коефициент на топлопроводност е по-малък от този на почвата, се третират като вертикална топлоизолация по периферията. $\Psi_{g,ed}$ е с отрицателна стойност.

Ако фундаментът има повече от една топлинна изолация по периферията (вертикално или хоризонтално, вътрешно или външно), $\Psi_{g,ed}$ се изчислява по процедурите по-долу за всяка топлинна изолация по периферията поотделно и се използва тази, която дава най-голямо намаляване на топлинните загуби.

Формули (34) и (35) включват допълнителната еквивалентна дебелина в резултат на топлинната изолация по периферията, d' , определена като:

$$d' = R' \lambda \quad (30)$$

където R' е допълнителното топлинно съпротивление, въведено чрез топлоизолацията по периферията (или фундамента), т.е. разликата между топлинното съпротивление на топлоизолацията по периферията и това на почвата (или плочата), което се заменя:

$$R' = R_n - \frac{d_n}{\lambda} \quad (31)$$

където:

R_n е топлинното съпротивление на хоризонталната или вертикалната топлоизолация по периферията (или фундамента), в $m^2 \cdot K/W$;

d_n е дебелината на топлоизолацията по периферията (или фундамента), в m.

Когато $\Psi_{g,ed}$ е включено в изчисленията, формула (1) се модифицира на:

$$H_g = (A \cdot U) + P \cdot (\Psi_{wf} + \Psi_{g;ed}) \quad (32)$$

За изчисления при стационарен режим влиянието на топлоизолацията по периферията може да бъде включено в коефициента на топлопреминаване на подовата плоча чрез формула (33).

$$U_{fg;sog} = U_{fg;sog;0} + \frac{2 \cdot \Psi_{g;ed}}{B} \quad (33)$$

където $U_{fg;sog;0}$ е коефициентът на топлопреминаване на подовата плоча без топлоизолация по периферията, в който случай формула (1) се прилага за изчисляване на коефициента на топлопренасяне на земната основа при стационарен режим.

При изчисляването на U_0 се включва топлоизолацията по цялата площ на подовата плоча. Ψ_g , и $\Psi_{g;ed}$ се включват в H_{pi} и H_{pe} .

5.2 Хоризонтална топлоизолация по периферията

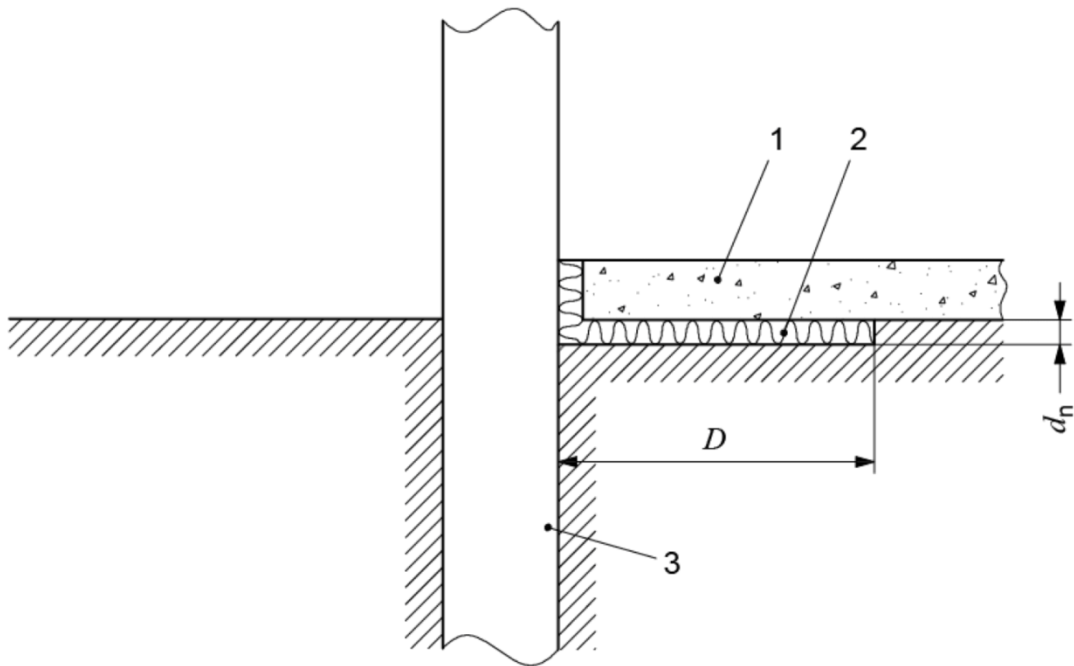
Формула (34) е приложима при топлоизолация, положена хоризонтално по периметъра на подовата плоча :

$$\Psi_{g;ed} = -\frac{\lambda}{\pi} \cdot \left[\ln \left(\frac{D}{d_f} + 1 \right) - \ln \left(\frac{D}{d_f + d'} + 1 \right) \right] \quad (34)$$

където:

D е широчината на хоризонталната топлоизолация по периферията, в m;

d' е, както е определено във формула (30).



Фигура 4. Принципна схема на хоризонтална топлоизолация по периферията

1- подова плоча

2-хоризонтална топлоизолация по периферията

3-фундаментна стена

d_n - дебелина на топлоизолацията по периферията (или фундамента)

D -широчина на хоризонталната топлоизолация по периферията

Фигура 4 показва топлоизолацията по периферията под плочата. Формула (34) е приложима също при хоризонтална топлоизолация по периферията над плочата или отвън на сградата.

5.3 Вертикална топлоизолация по периферията

Формула (35) е приложима при топлоизолация, положена вертикално под земята по периметъра на подовата плоча (фигура 5), както и при фундаменти от материал с по-нисък коефициент на топлопроводност от този на земната основа (фигура 6):

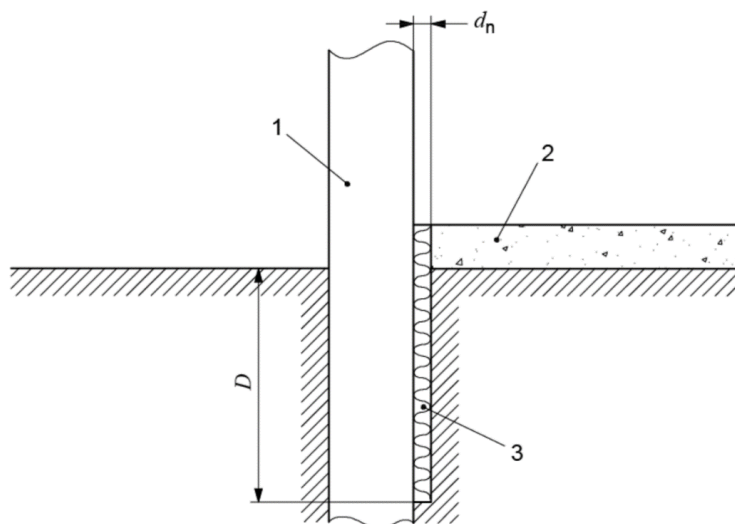
$$\Psi_{w;f} = -\frac{\lambda}{\pi} \cdot \left[\ln \left(\frac{2 \cdot D}{d_f} + 1 \right) - \ln \left(\frac{2 \cdot D}{d_f + d'} + 1 \right) \right] \quad (35)$$

където:

D е дълбочината на вертикалната топлоизолация по периферията (или фундамента) под нивото на терена, в m.

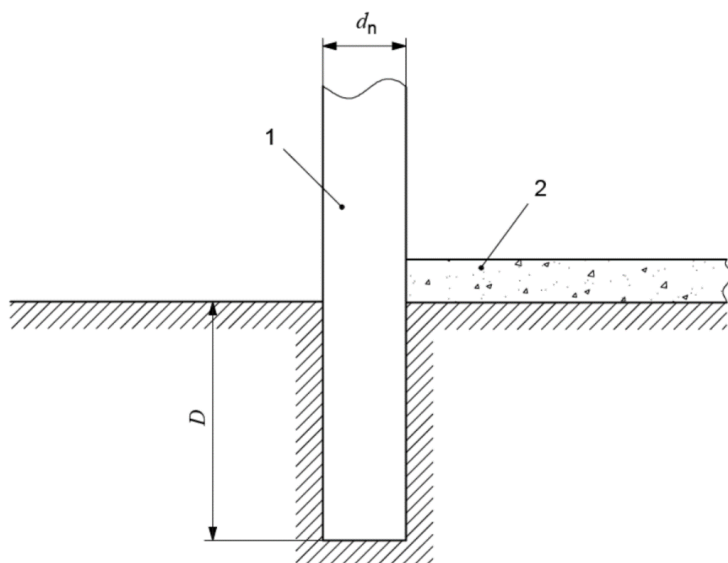
d' е, както е определено във формула (30).

Фигура 5 показва топлинна изолация по периферията от вътрешната страна на фундаментната стена. Формула (35) е приложима също при вертикална топлоизолация по периферията от външната страна на или вътре във фундаментната стена.



Фигура 5. Вертикална топлоизолация по периферията (изолационен слой)

- 1 фундаментна стена
- 2 подова плоча
- 3 вертикална топлоизолация по периферията
- d_n дебелина на топлоизолацията по периферията (или фундамента)
- D дълбочина на вертикалната топлоизолация по периферията (или фундамента) под нивото на терена



Фигура 6. Вертикална топлоизолация по периферията (фундамент с ниска плътност)

- 1 фундаментна стена с ниска плътност с $\lambda_n < \lambda$
- 2 подова плоча
- d_n дебелина на топлоизолацията по периферията (или фундамента)
- D дълбочина на вертикалната топлоизолация по периферията (или фундамента) под нивото на терена

6. Вентилация под подови плочи над въздушно пространство

6.1 Общи изрази за средната температура и коефициента на топлопреминаване

Топлината, постъпваща през подова плоча над въздушно пространство в подподовото пространство, се предава от подподовото пространство към външната среда по три начина:

- a) през земната основа;
- b) през стената (над нивото на терена) на подподовото пространство;
- c) чрез вентилация на подподовото пространство.

Топлинният баланс при стационарен режим на горните топлинни потоци дава средната температура на подподовото пространство, както следва:

$$\bar{\theta}_{us} = \frac{A \cdot U_{f,sus} \cdot \bar{\theta}_{int} + \dot{V} \cdot c_p \cdot \rho \cdot \bar{\theta}_{ve} + (A \cdot U_g + h \cdot P \cdot U_w) \cdot \bar{\theta}_e}{A \cdot U_{f,sus} + \dot{V} \cdot c_p \cdot \rho + A \cdot U_g + h \cdot P \cdot U_w} \quad (36)$$

където:

θ_{us} е средната годишна температура в подподовото пространство, в °C;

θ_{int} е средната годишна вътрешна температура, в °C;

θ_e е средната годишна външна температура, в °C;

θ_{ve} е средната годишна температура на вентилационния въздух, в °C;

$U_{f,sus}$ е коефициентът на топлопреминаване на частта на подовата плоча над въздушно пространство, в $W/(m^2 \cdot K)$;

U_g е коефициентът на топлопреминаване на земната основа, в $W/(m^2 \cdot K)$;

U_w е коефициентът на топлопреминаване на стените на подподовото пространство (над нивото на терена), в $W/(m^2 \cdot K)$;

- \dot{V} е кратността на обемния въздухообмен, в m^3/s ;
- h е височината на подовата плоча над въздушно пространство над нивото на терена, в m ;
- c_p е специфичният топлинен капацитет на въздуха при постоянно налягане, в $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$;
- ρ е плътността на въздуха, в kg/m^3 .

U_g трябва да се получава по метода в 3.2, ако дълбочината на основата на подподовото пространство под нивото на терена, z , не надвишава $0,5 \text{ m}$. Ако $z > 0,5 \text{ m}$, могат да се използват методи, аналогични на тези в 3.3, така че

$$U_g = U_{fg;b} + \frac{z \cdot P \cdot U_{wg;b}}{A} \quad (37)$$

където $U_{fg;b}$ и $U_{wg;b}$ се получават, както е определено в 3.3.

Коефициентът на топлопреминаване на подовата плоча (между вътрешната и външната среда) е даден чрез формула (38):

$$U_{fg;sus} = U_{f;sus} \cdot \left[\frac{A \cdot U_g + h \cdot P \cdot U_w + \dot{V} \cdot c_p \cdot \rho \cdot (\bar{\theta}_{int} - \bar{\theta}_{ve}) / (\bar{\theta}_{int} - \bar{\theta}_e)}{A \cdot U_{f;sus} + A \cdot U_g + h \cdot P \cdot U_w + \dot{V} \cdot c_p \cdot \rho} \right] \quad (38)$$

Формули (37) и (38) могат да се използват също и при неотопляеми сутерени.

6.2 Кратност на въздухообмена

\dot{V} се определя за подови плочи с механична вентилация. За подови плочи с естествена вентилация,

$$\dot{V} = 0,59 \times \varepsilon \times v \times f_w \times P \quad (39)$$

където:

\dot{V} е кратността на въздухообмена, в m^3/s ;

ε е площта на вентилационните отвори на дължина периметър, в m^2/m ;

v е проектната скорост на вятъра на височина 10 m , в m/s ;

f_w е коефициентът на защита от вятър, определен в 3.2;

P е периметърът, в m .

6.3 Естествена вентилация

В този случай $\bar{\theta}_{ve} = \bar{\theta}_e$ и трансформирането на формула (38), заедно с формула (39), дават формули (8) до (11).

6.4 Механична вентилация от вътрешната страна

В този случай $\bar{\theta}_{ve} = \bar{\theta}_{int}$ и от формула (40):

$$\frac{1}{U_{fg;sus}} = \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{1 + (\dot{V} \cdot c_p \cdot \rho) / (A \cdot U_{f;sus})}{U_g + 2 \cdot h \cdot U_w / B} \quad (40)$$

6.5 Механична вентилация от външната страна

В този случай $\bar{\theta}_{ve} = \bar{\theta}_e$ и от формула (41):

$$\frac{1}{U_{fg;sus}} = \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{1}{U_g + 2 \cdot h \cdot U_w / B + \dot{V} \cdot c_p \cdot \rho / A} \quad (41)$$

6.6 Невентилирано подповодово пространство

В този случай $\dot{V} = 0$ и от формула (42):

$$\frac{1}{U_{fg;sus}} = \frac{1}{U_{f;sus}} + \frac{1}{U_g + 2 \cdot h \cdot U_w / B} \quad (42)$$

6.7 Неотопляеми сутерени

Прилага се формула (41) с $\dot{V} \times c_p \times \rho = 0,34 \times n \times V$.

7. Периодични коефициенти на топлопренасяне

7.1 Общи положения

Представени са формули за периодичните коефициенти на топлопренасяне H_{pi} и H_{pe} . Формулите за H_{pi} предполагат подовата конструкция да е равномерна по цялата подова площ.

Формулите за H_{pe} се основават на идеализирани връзки стена/подова плоча и могат да представляват занижаване на периодичното топлопренасяне в някои случаи, но са приложими за изчисленията по този документ.

7.2 Дълбочина на периодично проникване

Периодичните коефициенти на топлопренасяне са свързани с дълбочината на периодично проникване, δ , дълбочината в земната основа, при която (за едномерен топлинен поток) температурната амплитуда се намалява до $1/e$ от тази на повърхността, където $e (= 2.718)$ е основата на естествените логаритми. За годишен температурен цикъл δ се дава чрез:

$$\delta = \sqrt{\frac{3,15 \times 10^7 \cdot \lambda_g}{\pi \cdot \rho \cdot c}} \quad (43)$$

δ е дълбочината на периодично проникване, в m;

λ_g е коефициентът на топлопроводност, в W/(m·K);

ρ е плътността, в kg/m³.

c е топлинният капацитет, в J/(kg·K);

$3,15 \times 10^7$ е броят на секундите в една година.

Таблица 3 дава стойности на δ за използване в изчисленията.

Таблица 3. Дълбочина на периодично проникване

Категория	Описание	δ m
1	Глина или нанос	2,2
2	Пясък или чакъл	3,2
3	Хомогенна скала	4,2

7.3 Фазови разлики

Точната стойност на избързването или изоставането във времето между топлинния поток и колебанията в температурата не въздейства значително на резултата от енергийните изчисления и за изчисленията в този документ се прилагат стойностите в таблица 4.

Топлоизолацията по периферията на подова плоча върху земна основа увеличава изоставането във времето в сравнение с колебанията във външната температура, особено ако е положена вертикално или от външната страна на сградата. За подови плочи над въздушно пространство влиянието е по-слабо, защото вентилационният топлинен поток няма

изоставане във времето.

Таблица 4. Фазови разлики (в месеци)

Тип на подовата плоча	α	β
Подова плоча върху земната основа без топлоизолация по периферията	0	1
Подова плоча върху земната основа с вътрешна хоризонтална топлоизолация по периферията	0	1
Подова плоча върху земната основа с вертикална или външна топлоизолация по периферията	0	2
Подова плоча над въздушно пространство	0	0
Сутерен (отопляем или неотопляем)	0	1

7.4 Подова плоча върху земната основа: без топлоизолация или с топлоизолация по цялата площ

7.4.1 Колебания във вътрешната температура

Периодичният коефициент на топлопренасяне, свързан с колебанията във вътрешната температура през годишния цикъл, е:

$$H_{pi} = A \cdot \frac{\lambda_g}{d_f} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\left(1 + \frac{\delta}{d_f}\right)^2 + 1}} \quad (44)$$

където:

H_{pi} е вътрешният периодичен коефициент на топлопренасяне, в W/K;

A е площта на подовата плоча, в m²;

λ е коефициентът на топлопроводност, в W/(m·K);

δ е дълбочината на периодично проникване, в m;

d_f е общата еквивалентна дебелина, в m.

7.4.2 Колебания във външната температура

Периодичният коефициент на топлопренасяне, свързан с колебанията във външната температура през годишния цикъл, е:

$$H_{pe} = 0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_f} + 1 \right) \quad (45)$$

където:

H_{pe} е външният периодичен коефициент на топлопренасяне, в W/K;

P е периметърът, в m;

λ е коефициентът на топлопроводност, в W/(m·K);

δ е дълбочината на периодично проникване, в m;

d_f е общата еквивалентна дебелина, в m.

7.5 Подова плоча върху земната основа с топлоизолация по периферията

7.5.1 Колебания във вътрешната температура

Топлоизолацията по периферията се пренебрегва и H_{pi} се изчислява съгласно 7.4.1.

7.5.2 Колебания във външната температура

H_{pe} се състои от два члена, единият свързан с периферията на подовата плоча, а другият свързан със средата на подовата плоча.

За подови плочи, които включват хоризонтална топлоизолация по периферията:

$$H_{pe} = 0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \left[\left(1 - e^{-\frac{D}{\delta}} \right) \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_f + d'} + 1 \right) + e^{-\frac{D}{\delta}} \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_f} + 1 \right) \right] \quad (46)$$

където D е широчината на хоризонталната топлоизолация по периферията (в m), d_f е, както е определено в 7.1 и d' е, както е определено в приложение D на БДС EN 13370: $d' = R' \cdot \lambda$, където R' е допълнителното топлинно съпротивление, въведено чрез топлоизолацията по периферията (или фундамента) или разликата между топлинното съпротивление на топлоизолацията по периферията и това на почвата (или плочата).

$$R' = R_n - \frac{d_n}{\lambda} \quad (47)$$

където:

R_n е топлинното съпротивление на хоризонталната или вертикалната топлоизолация по периферията (или фундамента), в m²·K/W;

d_n е дебелината на топлоизолацията по периферията (или фундамента), в m

За подови плочи, които включват вертикална топлоизолация по периферията:

$$H_{pe} = 0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \left[\left(1 - e^{-\frac{2 \cdot D}{\delta}} \right) \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_f + d'} + 1 \right) + e^{-\frac{2 \cdot D}{\delta}} \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_f} + 1 \right) \right] \quad (48)$$

където D е дълбочината на вертикалната топлоизолация по периферията (или фундамента) под нивото на терена (в m).

Ако част от фундамента има повече от една топлоизолация по периферията (вертикално или хоризонтално, вътрешно или външно), H_{pe} се изчислява по процедурите по-горе за всяка топлоизолация по периферията поотделно и се използва най-ниската стойност.

7.6 Подова плоча над въздушно пространство

7.6.1 Общи положения

В изчисленията на периодичните коефициенти се използват U_f , U_x и d_g , както са определени в 7.2.

7.6.2 Колебания във вътрешната температура

$$H_{pi} = A \cdot \left[\frac{1}{U_{f,sus}} + \frac{1}{\lambda_g / \delta + U_x} \right] \quad (49)$$

7.6.3 Колебания във външната температура

$$H_{pe} = U_f \cdot \frac{0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_g} + 1 \right) + U_x \cdot A}{\frac{\lambda_g}{\delta + U_x + U_f}} \quad (50)$$

7.7 Отопляем сутерен

7.7.1 Колебания във вътрешната температура

Периодичният коефициент на топлопренасяне поради колебания във вътрешната температура през годишния цикъл се състои от два члена, единият свързан с подовата плоча на сутерена, а другият свързан със сутеренните стени:

$$H_{pi} = A \cdot \frac{\lambda_g}{d_f} \cdot \sqrt{\frac{2}{\left(1 + \frac{\delta}{d_f}\right)^2 + 1}} + z \cdot P \cdot \frac{\lambda_g}{d_{w;b}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\left(1 + \frac{\delta}{d_{w;b}}\right)^2 + 1}} \quad (51)$$

където:

H_{pi} е вътрешният периодичен коефициент на топлопренасяне, в W/K;

A е площта на подовата плоча, в m²;

λ_g е коефициентът на топлопроводност, в W/(m·K);

d_f е общата еквивалентна дебелина на подовата плоча на сутерена, в m;

δ е дълбочината на периодично проникване, в m;

z е дълбочината на подовата плоча на сутерена под нивото на терена в m;

P е периметърът, изложен на въздействие, в m;

$d_{w;b}$ е общата еквивалентна дебелина на сутеренните стени, в m.

7.7.2 Колебания във външната температура

Периодичният коефициент на топлопренасяне поради колебания във външната температура през годишния цикъл се състои от два члена, единият свързан с подовата плоча на сутерена, а другият свързан със сутеренните стени:

$$H_{pe} = 0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \left[e^{-\frac{z}{\delta}} \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_f} + 1 \right) + 2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{z}{\delta}} \right) \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_{w;b}} + 1 \right) \right] \quad (52)$$

където:

H_{pe} е външният периодичен коефициент на топлопренасяне, в W/K;

P е периметърът, изложен на въздействие, в m;

λ_g е коефициентът на топлопроводност, в W/(m·K);

z е дълбочината на подовата плоча на сутерена под нивото на терена в m;

δ е дълбочината на периодично проникване, в m;

d_f е общата еквивалентна дебелина на подовата плоча на сутерена, в m;

$d_{w;b}$ е общата еквивалентна дебелина на сутеренните стени, в m.

7.8 Неотопляем сутерен

7.8.1 Колебания във вътрешната температура

$$H_{pi} = \left[\frac{1}{A \cdot U_{f;s}} + \frac{1}{(A + z \cdot P) \cdot \frac{\lambda_g}{\delta} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V} \right]^{-1} \quad (53)$$

където:

H_{pi} е вътрешният периодичен коефициент на топлопренасяне, в W/K;

A е площта на подовата плоча, в m^2 ;

$U_{f;s}$ е коефициентът на топлопреминаване на подовата плоча (между вътрешната среда и сутерена), в $W/(m^2 \cdot K)$;

U_w е коефициентът на топлопреминаване на стените на подподовото пространство над нивото на терена, в $W/(m^2 \cdot K)$, изчислен в съответствие с БДА EN ISO 6946;

0,33 е стойността на топлинния капацитет на въздуха, в $Wh/(m^3 \cdot K)$;

z е дълбочината на подовата плоча на сутерена под нивото на терена в m;

P е периметърът, изложен на въздействие, в m;

λ_g е коефициентът на топлопроводност, в $W/(m \cdot K)$;

δ е дълбочината на периодично проникване, в m;

h е височината на горната повърхност на подовата плоча над нивото на външния терен, в m;

n е кратността на въздухообмена на сутерена, във въздухообмен за час;

V е въздушният обем на сутерена, в m^3 .

7.8.2 Колебания във външната температура

$$H_{pe} = A \cdot U_{f;s} \left[\frac{0,37 \times P \cdot \lambda_g \cdot \left(2 - e^{-\frac{z}{\delta}} \right) \times \ln \left(\frac{\delta}{d_f} + 1 \right) + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V}{(A + z \cdot P) \cdot \frac{\lambda_g}{\delta} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V + A \cdot U_{f;sus}} \right] \quad (54)$$

където:

H_{pe} е външният периодичен коефициент на топлопренасяне, в W/K;

A е площта на подовата плоча, в m^2 ;

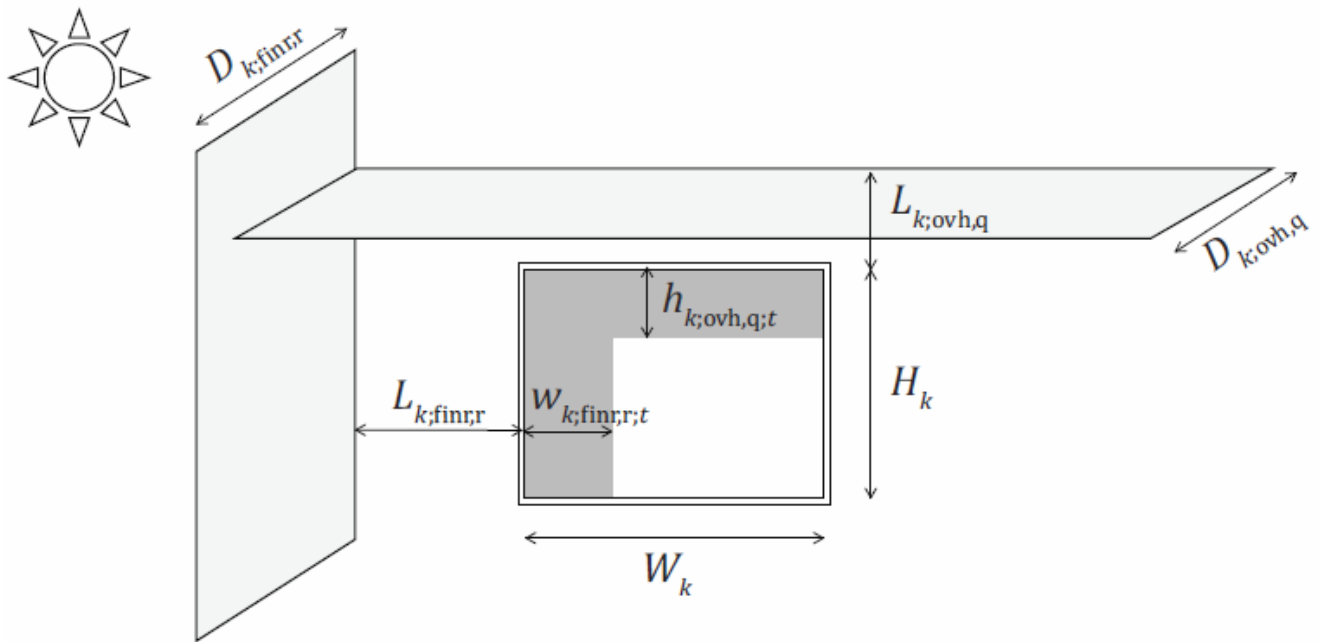
- $U_{f,sus}$ е коефициентът на топлопреминаване на подовата плоча (между вътрешната среда и сутерена), в $W/(m^2 \cdot K)$;
- U_w е коефициентът на топлопреминаване на стените на подподовото пространство над нивото на терена, в $W/(m^2 \cdot K)$, изчислен в съответствие с БДС EN ISO 6946;
- 0,33 е стойността на топлинния капацитет на въздуха, в $Wh/(m^3 \cdot K)$;
- P е периметърът, изложен на въздействие, в m;
- λ_g е коефициентът на топлопроводност, в $W/(m \cdot K)$;
- z е дълбочината на подовата плоча на сутерена под нивото на терена, в m;
- δ е дълбочината на периодично проникване, в m;
- d_f е общата еквивалентна дебелина на подовата плоча на сутерена, в m;
- h е височината на горната повърхност на подовата плоча над нивото на външния терен, в m;
- n е кратността на въздухообмена на сутерена, във въздухообмен за час;
- V е въздушният обем на сутерена, в m^3 .

Част пета

ЗАСЕНЧВАНЕ ОТ СЛЪНЧЕВО ГРЕЕНЕ

Прости отстъпи, навеси и странични ребра

Методът е приложим към (прозоречни) отстъпи, навеси по цялата дължина и странични ребра по цялата височина или към други геометрично подобни засенчващи обекти (като балкони или стени).



Фигура 1. Геометрия на прости навеси или странични ребра

Засенчван обект (фасаден елемент):

Необходими са следните данни за фасадните елементи:

H_k височината на фасадния елемент k , получена от геометричните данни на елемента, в м; ако са наклонени: вертикалната проекция на височината;

W_k широчината на фасадния елемент k , получена от геометричните данни на елемента, в м.

Навес:

Терминът навеси включва прозоречни или фасадни неподвижни елементи и други части на сградата (като балкони), ако е приложимо.

За всеки засенчващ обект, q , който може да се разглежда като навес, са необходими следните данни:

$D_{k,ovh,q}$ дълбочината на навеса q , измерена от равнината на фасадния елемент k , в хоризонтална посока, получена съобразно локалната ситуация, в м;

$L_{k,ovh,q}$ вертикалното разстояние между ръба на фасадния елемент k и навеса q , получено съобразно локалната ситуация, в м.

Странични ребра:

Методът е приложим към странични ребра по цялата височина или към други геометрично

подобни засенчващи обекти (като стени).

За всеки засенчващ обект, r , който може да се разглежда като странично ребро, са необходими следните данни:

$D_{k;finr,r}$ дълбочината на дясното странично ребро r , измерена от равнината на фасадния елемент k , в перпендикулярна посока, получена съобразно локалната ситуация, в m;

$L_{k;finr,r}$ хоризонталното разстояние между ръба на фасадния елемент k и дясното (обърнато навън) странично ребро r , получено съобразно локалната ситуация, в m;

$D_{k;finl,l}$ дълбочината на лявото странично ребро l , измерена от равнината на фасадния елемент k , в перпендикулярна посока, получена съобразно локалната ситуация, в m;

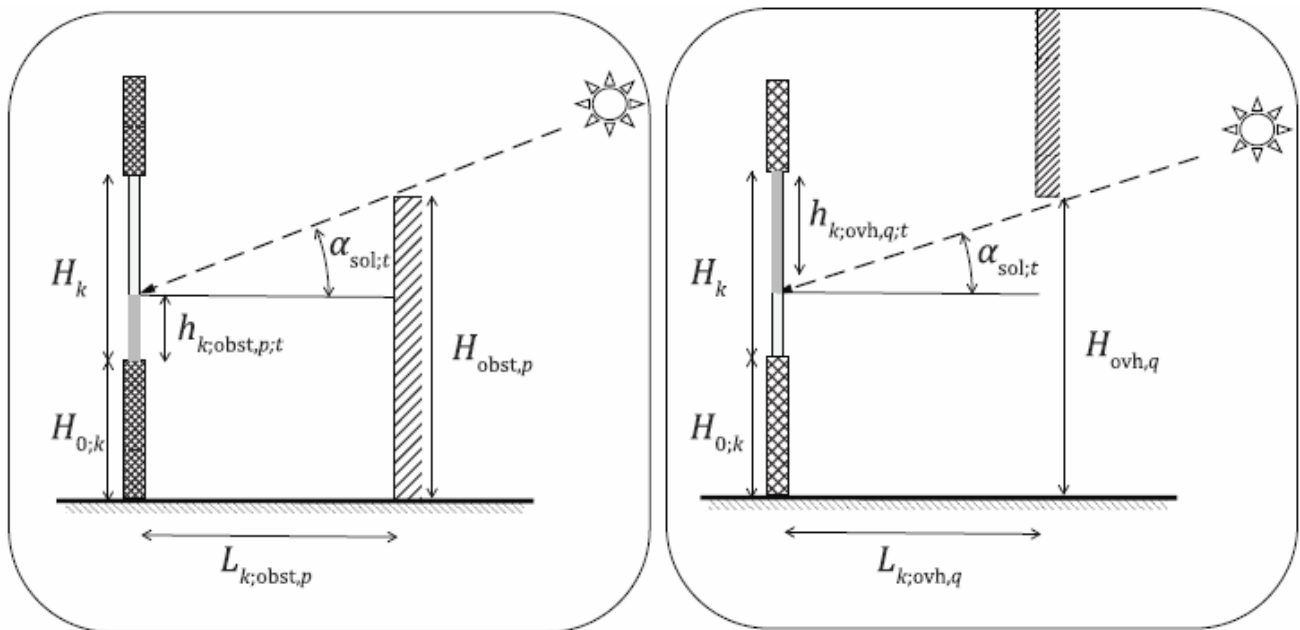
$L_{k;finl,l}$ хоризонталното разстояние между ръба на фасадния елемент k и лявото (обърнато навън) странично ребро l , получено съобразно локалната ситуация, в m.

Отстъп:

Отстъпът може да бъде моделиран като комбинация от навес и странични ребра, но за точен резултат са използвани отделни корелационни коефициенти.

Подробен метод за изчисляване на основните параметри при засенчващи обекти

Засенчваният обект и засенчващият обект (препятствие или навес) се характеризират със следните данни, показани на фиг.2.



а. Вертикално напречно сечение - препятствия б. Вертикално напречно сечение -

навеси

Фигура 2. Засенчване на прекия слънчев лъч от засенчващи обекти

Необходими са следните данни за засенчвания обект k :

- H_k височината на засенчвания обект k , получена от геометричните данни на елемента, в m; ако е наклонен: вертикалната проекция на височината;
- W_k широчината на засенчвания обект k , получена от геометричните данни на елемента, в m. За метода за изчисление и видовете засенчващи обекти съгласно реалната широчина не е необходима и, ако не е налична, може да бъде приета за 1 m;
- β_k е ъгълът на наклона на засенчваната повърхност (от хоризонталата, измерена при обърнат нагоре елемент), получен от геометричните данни на конструктивния елемент, в градуси;
- γ_k е ъгълът на ориентация на засенчваната повърхност, получен от геометричните данни на конструктивния елемент, в градуси (изразен като географски азимутен ъгъл на хоризонталната проекция на нормалата на наклонената повърхност; практика: ъгъл от юг, на изток положителен, на запад отрицателен).

Ако вертикалното напречно сечение на засенчвания обект не е константно, вертикалното напречно сечение трябва да се оценява в средата на обекта.

За определяне на засенчваните обекти хоризонтът е разделен на няколко сегмента, $i = 1$ до $n_{sh;segm}$, всеки от които се характеризира с горна граница на азимутния ъгъл, $\gamma_{sh;obst;max;i}$; ъгъл от юг, на изток положителен, на запад отрицателен:

Север->Изток->Юг->Запад->Север = +180 -> +90 -> 0 -> -90 -> -180 градуса.

Броят на сегментите е препоръчителен $n_{sh;segm} = 8$ с фиксирани ъгли от 45°.

Месечни процедури за изчисление:

За всеки сегмент поотделно следва да се приеме еднаква височина и разстояние на препятствието в сегмента.

Необходими са данни за следните характеристики за всяко засенчващо препятствие (ако има такива), p , във всеки сегмент i :

- $H_{obst,p;i}$ височината на засенчващото препятствие r , от нивото на земната основа, получена съобразно локалната ситуация, в m;
- $L_{k;obst,p;i}$ хоризонталното разстояние между засенчвания обект k и засенчващото препятствие r , получено съобразно локалната ситуация, в m.

Ако има навеси, са необходими данни за следните характеристики, за всеки навес q , във всеки сегмент i , при използване на същата сегментация, както при препятствията:

$H_{ovh,q;i}$ най-малката височина на засенчващия навес q , от нивото на земната основа, получена съобразно локалната ситуация, в m;

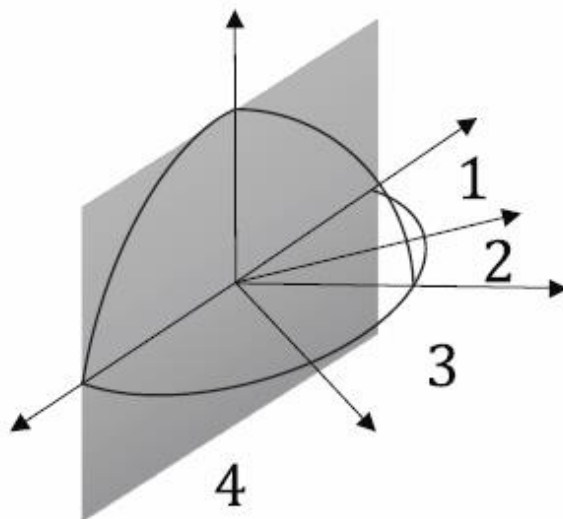
$L_{k;ovh,q;i}$ хоризонталното разстояние между засенчвания обект k и засенчващия навес q , получено съобразно локалната ситуация, в m.

Хоризонталното разстояние може да бъде разстоянието до сградата (при отдалечени препятствия) или разстоянието до (центъра на) засенчваната повърхност, при отдалечени препятствия или свързани с прозорци препятствия (прозоречни корнизи, странични ребра, навеси).

Разликата между препятствията и навесите се състои в това, че препятствията завършват на определена височина над нивото на земната основа, докато навесът започва на определена височина над нивото на земната основа.

Проверка дали засенчваната повърхност е в полето на видимост на слънчевия лъч

За месечните процедури за изчисление ориентацията на засенчвания обект се закръглява до 45 градуса, да за може видимостта в посока навън на обекта да покрива четири сегмента, както е илюстрирано на фигура 3.



Фигура 3. Месечни процедури за изчисление: разделяне на хоризонта на 8 сегмента, като 4 сегмента са във видимостта на засенчвания обект

Изчисляване на отделните пътища на засенчване

Прости отстъпи, навеси и странични ребра

Навеси:

Този метод е приложим към (прозоречни) навеси по цялата дължина или за други

геометрично подобни засенчващи обекти (като балкони).

Височината на сянката, хвърляна от всеки навес q върху фасадния елемент k през месец m , се изчислява чрез:

$$h_{k;ovh;q;m} = 1 - H_k \cdot \left\{ 1 + \left[\begin{aligned} & \left(A_1 + B_1 \cdot c_{South} \cdot (\phi_w - \delta_m) \right) \cdot P_{1;k;ovh;q} \\ & + \left(A_2 + B_2 \cdot c_{South} \cdot (\phi_w - \delta_m) \right) \cdot P_{1;k;ovh;q} \cdot P_{2;k;ovh;q} \end{aligned} \right] \right\} \quad (1)$$

ако $h_{k;ovh;q;m} < 0$: $h_{k;ovh;q;m} = 0$.

ако $h_{k;ovh;q;m} > H_k$: $h_{k;ovh;q;m} = H_k$.

Формулата е базирана на емпирични корелации, използващи подробния метод за изчисляване на засенчването от слънчево греене, съгласно БДС ISO/TR 52016-2.

като

$$P_{1;k;ovh;q} = \frac{D_{k;ovh;q}}{H_k} \text{ и } P_{2;k;ovh;q} = \frac{L_{k;ovh;q}}{H_k} \quad (2)$$

където:

$h_{k;ovh;q;m}$ е височината на сянката на навеса q върху фасадния елемент k през месец m , в m ;

H_k е височината на фасадния елемент k , m ;

$D_{k;ovh;q}$ е дълбочината на навеса q на фасадния елемент k , m ;

$L_{k;ovh;q}$ е вертикалното разстояние между ръба на фасадния елемент k и навеса q , m ;

c_{South} е коефициент на корекция за южното полукълбо:

Северно полукълбо: $c_{South} = 1$;

Южно полукълбо: $c_{South} = -1$;

δ_m е слънчевата деклинация за месец m , получена от таблица 1, градуси;

Месечна средна слънчева деклинация, δ_m (градуси):			
Месец	Стойност (градуси)	Месец	Стойност (градуси)
януари	-20,8	юли	21,1
февруари	-13,3	август	13,3
март	-2,4	септември	2,0
април	9,5	октомври	-9,8
май	18,8	ноември	-19,1
юни	23,1	декември	-23,1

φ_w е географската ширина, в градуси.

Стойностите на коефициентите за корелация, A_1 , B_1 , A_2 и B_2 , за различните ориентации, са дадени в таблица 2.

Таблица 2

Период:		Лято: юни - септември			
Ориентация		A_1	B_1	A_2	B_2
Северно полукълбо	Южно полукълбо				
Ю	С	-3,023	0,045	1,285	-0,006
ЮИ-ЮЗ	СИ-СЗ	-1,255	0,015	0,905	-0,008
И-З	И-З	-0,684	0,005	0,610	-0,004
СИ-СЗ	ЮИ-ЮЗ	-0,654	0,006	0,616	-0,006
С	Ю	-0,726	0,007	0,616	-0,007

Странични ребра:

Терминът странични ребра включва прозоречни отстъпи, прозоречни или фасадни неподвижни елементи и други части на сградата (като стени), ако е приложимо.

Този метод е приложим към (прозоречни) странични ребра по цялата височина или към други геометрично подобни засенчващи обекти (като стени).

Широчината на сянката, хвърляна от двете странични ребра върху фасадния елемент k през месец m , се изчислява чрез:

$$w_{k;fin;m} = 1 - W_k \cdot \left\{ 1 + \left[(A_1 + B_1 \cdot c_{South} \cdot (\phi_w - \delta_m)) \cdot P_{1;k;fins;s} + (A_2 + B_2 \cdot c_{South} \cdot (\phi_w - \delta_m)) \cdot P_{1;k;fins;s} \cdot P_{2;k;fins;s} \right] \right\} \quad (3)$$

$$\text{ако } w_{k;fin;m} < 0: \quad w_{k;fin;m} = 0.$$

$$\text{ако } w_{k;fin;m} > W_k: \quad w_{k;fin;m} = W_k.$$

като

$$P_{1;k;fins;s} = \frac{D_{k;fins;s}}{W_k} \text{ и}$$

$$P_{2;k;fins;s} = \frac{L_{k;fins;s}}{W_k}$$

(4)

Чрез апроксимация таблица 3 дава широчината на сянката, хвърляна от всяко странично ребро поотделно.

Таблица 3. Широчина на сянката, хвърляна от всяко странично ребро

Ориентация		$W_{k;finr,r;m}$	$W_{k;finl,l;m}$
Северно полукълбо	Южно полукълбо		
Ю, С	С, Ю	$W_{k;finr,r;m} = 0,5 W_{k;fin;m}$	$W_{k;finl,l;m} = 0,5 W_{k;fin;m}$
И, СИ	З, ЮЗ	$W_{k;finr,r;m} = W_{k;fin;m}$	$W_{k;finl,l;m} = 0$
З, СЗ	И, ЮИ	$W_{k;finr,r;m} = 0$	$W_{k;finl,l;m} = W_{k;fin;m}$
ЮИ	СЗ	$W_{k;finr,r;m} = 0,75 W_{k;fin;m}$	$W_{k;finl,l;m} = 0,25 W_{k;fin;m}$
ЮЗ	СИ	$W_{k;finr,r;m} = 0,25 W_{k;fin;m}$	$W_{k;finl,l;m} = 0,75 W_{k;fin;m}$

Тези отделни стойности са необходими за изчисляване на влиянието на комбинацията от различни засенчващи обекти,

където:

$W_{k;finr,r;m}$ е широчината на сянката на дясното странично ребро r върху фасадния елемент k през месец m , в m ;

$W_{k;finl,l;m}$ е широчината на сянката на лявото странично ребро l върху фасадния елемент k през месец m , в m ;

W_k е широчината на фасадния елемент k , m ;

$D_{k;finr,r}, D_{k;finl,l}$ са дълбочините на страничните ребра, в m ;

$L_{k;finr,r}, L_{k;finl,l}$ са разстоянията до страничните ребра, m ;

$c_{South}, \delta_m, \varphi_w$ са същите коефициент и ъгли, както в предходните формули, (навес).

Стойностите на коефициентите на корелация, A_1, B_1, A_2 и B_2 , за различните ориентации, са дадени в таблица 4.

Таблица 4. Параметри за месечното засенчване на слънчевото греене от ребра

Период:		Лято: юни - септември			
Ориентация		A_1	B_1	A_2	B_2
Северно полукълбо	Южно полукълбо				
Ю	С	-1,175	0,012	0,860	-0,008
ЮИ-ЮЗ	СИ-СЗ	-0,799	0,009	0,684	-0,006
И-З	И-З	0,118	-0,014	0,005	0,010
СИ-СЗ	ЮИ-ЮЗ	0,155	-0,041	-0,680	0,009
С	Ю	0,275	-0,133	0,641	0,039

Отстъп:

Отстъпът може да бъде моделиран като комбинация от навес и странични ребра.

Изчисляване на коефициента на намаление на засенчването при пряко слънчево облъчване

Височината на сянката върху засенчваната повърхност k от всички препятствия p , $h_{k;obst;m}$ е най-голяма, когато максималната стойност е равна на височината на засенчвания обект:

$$h_{k;obst;m} = \min\left(H_k; \max_p\left(h_{k;obst,p;m}\right)\right) \quad (5)$$

Височината на сянката върху засенчваната повърхност k от всички навеси q , $h_{k;ovh;m}$ е най-голяма, когато максималната стойност е равна на височината на засенчвания обект:

$$h_{k;ovh;m} = \min\left(H_k; \max_q\left(h_{k;ovh,q;m}\right)\right) \quad (6)$$

Височината на останалата осветена от слънцето площ на засенчваната повърхност k от всички препятствия p и всички навеси q е равна на:

$$h_{k;sun;m} = \max\left(0; H_k - \left(h_{k;obst;m} + h_{k;ovh;m}\right)\right) \quad (7)$$

Широчината на сянката върху засенчваната повърхност k от всички десни странични ребра r , $w_{k;finr;m}$ е най-голяма, когато максималната стойност е равна на широчината на засенчвания обект:

$$w_{k;finr;m} = \min\left(W_k; \max_r\left(w_{k;finr,r;m}\right)\right) \quad (8)$$

Широчината на сянката върху засенчваната повърхност k от всички леви странични ребра l ,

$h_{k;finl;m}$ е най-голяма, когато максималната стойност е равна на широчината на засенчвания обект:

$$w_{k;finl;m} = \min(W_k; \max_l(w_{k;finl;l;m})) \quad (9)$$

Широчината на останалата осветена от слънцето площ на засенчваната повърхност k от всички десни странични ребра r и всички леви странични ребра l е равна на:

$$w_{k;sun;m} = \max\left(0; W_k - (h_{k;finr;m} + h_{k;finl;m})\right) \quad (10)$$

И накрая, коефициентът за намаление на прякото засенчване на засенчваната повърхност от препятствия, навеси и странични ребра на засенчваната повърхност k във времевия интервал m се изчислява по следната формула:

$$F_{sh;dir;k;m} = \frac{h_{k;sun;m} \cdot w_{k;sun;m}}{H_k \cdot W_k} \quad (11)$$

където

$F_{sh;dir;k;m}$ е безразмерният коефициент на намаление на прякото засенчване на засенчваната повърхност k от всички засенчващи обекти, за месеца m .

H_k е (вертикалната проекция на) височината на засенчваната повърхност, m ;

W_k е широчината на засенчваната повърхност, m .

В случай на наклонена засенчвана повърхност ($H_k W_k$) не може да се замести с площта на обекта.

Част шеста

ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА КОЕФИЦИЕНТА НА ТОПЛОПРЕМИНАВАНЕ И НА ТОПЛИННОТО СЪПРОТИВЛЕНИЕ

1. Общо топлинно съпротивление на компонент на сграда, състоящ се от хомогенни слоеве

Общото топлинно съпротивление, R_{tot} , на равнинен компонент на сграда, състоящ се от топлинно хомогенни слоеве, перпендикулярни на топлинния поток, се изчислява по формулата:

$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (1)$$

където:

- R_{tot} е общото топлинно съпротивление, в $m^2 \cdot K/W$;
- R_{si} - съпротивлението на вътрешната повърхност в $m^2 \cdot K/W$;
- $R_1, R_2 \dots R_n$ - са проектните топлинни съпротивления на всеки слой, в $m^2 \cdot K/W$;
- R_{se} - съпротивлението на външната повърхност, в $m^2 \cdot K/W$.

Когато се изчислява съпротивлението на вътрешни компоненти на сградата (преградни стени и т.н.) или на компонент между вътрешната среда и неотопляемо пространство, R_{si} се прилага за двете страни.

Ако общото топлинно съпротивление се представя като краен резултат, то се закръглява до втория десетичен знак.

Стойностите, дадени в таблица 1, се използват за равнинни повърхности при липса на специфична информация за граничните условия. Стойностите под „хоризонтално” се прилагат за посоки на топлинния поток $\pm 30^\circ$ от хоризонталната равнина. За неравнинни повърхности или за специфични гранични условия се използва процедурата в приложение С от БДС EN 6946.

Таблица 1

Съпротивление на повърхността	Посока на топлинния поток		
	Нагоре	Хоризонтално	Надолу
$m^2 \cdot K/W$			
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Забележка 1: Съпротивленията на повърхностите се прилагат за повърхности в контакт с въздуха. Съпротивление на повърхността не се прилага за повърхности в контакт с друг материал.

Забележка 2: Стойностите за съпротивлението на вътрешната повърхност се изчисляват за $\varepsilon = 0,9$ и с h_{t0} , оценено при $20^\circ C$. Стойността за съпротивлението на външната повърхност се изчислява за $\varepsilon = 0,9$, h_{t0} оценено при $10^\circ C$, и за $v = 4 m/s$.

2. Топлинно съпротивление на въздушни слоеве

2.1 Приложимост

Стойностите, дадени в 2.2 до 2.4, се прилагат за въздушен слой, който

- а) е ограден от две повърхности, които са практически успоредни и перпендикулярни на посоката на топлинния поток, и които имат излъчвателни способности не по-малки от 0,8,
- б) има дебелина (по посока на топлинния поток) по-малко от 0,1 пъти всеки един от другите два размера и не повече от 0,3 m, и

в) няма въздухообмен с вътрешната среда.

Ако горните условия не са приложими, се използват процедурите в т.3.9. „Коефициент на топлопреминаване през покривни пространства“ от Методиката.

Забележка: Повечето строителни материали имат излъчвателна способност по-голяма от 0,8.

Коефициентът на топлопреминаване за компоненти, съдържащи въздушни слоеве с дебелина по-голяма от 0,3 m се изчислява съгласно в т.3.9. „Коефициент на топлопреминаване през покривни пространства“ от Методиката.

2.2 Невентилиран въздушен слой

Невентилиран въздушен слой е такъв, при който няма изрични разпоредби за въздушен поток през него. Стойностите на топлинното съпротивление са дадени в таблица 2. Стойностите под „хоризонтално“ се прилагат за посоки на топлинния поток $\pm 30^\circ$ от хоризонталната равнина.

Въздушен слой, който няма изолация между него и външната среда, но с малки отвори към външната среда, също трябва да разглежда като невентилиран въздушен слой, ако тези отвори не са подредени така, че да позволяват въздушен поток през слоя, и те не надвишават:

- а) 500 mm² на метър дължина (в хоризонтална посока) за вертикални въздушни слоеве, и
- б) 500 mm² на квадратен метър от площта на повърхността за хоризонтални въздушни слоеве.

Забележка: Дренажни отвори (отвори за оттичане) във формата на отворени вертикални фуги във външния пласт на зидана стена с кухини обикновено съответстват на горните критерии и така не се разглеждат като вентилационни отвори.

Таблица 2 — Топлинно съпротивление на невентилирани въздушни слоеве с повърхности с висока излъчвателна способност

Дебелина на въздушния слой mm	Топлинно съпротивление, m ² ·K/W Посока на топлинния поток		
	Нагоре	Хоризонтално	Надолу
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

Забележка: Междинните стойности се получават чрез линейна интерполация

2.3 Слабо вентилиран въздушен слой

Слабо вентилиран въздушен слой е такъв, при който има разпоредби за ограничен въздушен поток през него от външната среда чрез отвори с площ, A_{ve} , в рамките на следните обхвати:

а) $A_{ve} > 500 \text{ mm}^2$, но $A_{ve} < 1\,500 \text{ mm}^2$ на метър дължина (в хоризонтална посока) за вертикални въздушни слоеве;

б) $A_{ve} > 500 \text{ mm}^2$, но $A_{ve} < 1\,500 \text{ mm}^2$ на квадратен метър от площта на повърхността за хоризонтални въздушни слоеве.

Влиянието на вентилацията зависи от големината и разпределението на вентилационните отвори. Като приближение общо топлинно съпротивление на компонент със слабо вентилиран въздушен слой може да се изчисли като:

$$R_{\text{tot}} = \frac{(1\,500 - A_{ve})}{1\,000} \cdot R_{\text{tot;nve}} + \frac{(A_{ve} - 500)}{1\,000} \cdot R_{\text{tot;ve}} \quad (2)$$

където:

R_{tot} е общото топлинно съпротивление, в $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;

A_{ve} - площта на отворите, в m^2 ;

$R_{\text{tot;nve}}$ - общото топлинно съпротивление с невентилиран въздушен слой, в $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;

$R_{\text{tot;ve}}$ - общото топлинно съпротивление с вентилиран въздушен слой, в $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

2.4 Добре вентилиран въздушен слой

Добре вентилиран въздушен слой е такъв, при който отворите между въздушния слой и външната среда са равни на или надвишават:

а) $1\,500 \text{ mm}^2$ на метър дължина (в хоризонтална посока) за вертикални въздушни слоеве, и

б) $1\,500 \text{ mm}^2$ на квадратен метър от площта на повърхността за хоризонтални въздушни слоеве.

В този случай се изчислява общото топлинно съпротивление на компонент на сградата, съдържащ добре вентилиран въздушен слой.

2.5 Топлинно съпротивление на неотопляеми пространства

2.5.1 Общи положения

Топлопренасянето от сградата към външната среда през неотопляеми пространства се изчислява съгласно БДС EN ISO 13789.

Алтернативно, когато външната обвивка на неотопляемото пространство не е изолирана, се прилагат опростени процедури, които третираат неотопляемото пространство като топлинно съпротивление.

Забележка: Топлинните съпротивления са подходящи за изчисление на топлинния поток, но не и за изчисления, свързани с хигротермалните условия в неотопляемото пространство.

Когато сградата има долепено до нея неотопляемо пространство (аражи, складове и др.) коефициентът на топлопреминаване между вътрешната и външната среда може да бъде получен чрез третиране на неотопляемото пространство заедно с неговите външни конструктивни елементи все едно, че е допълнителен хомогенен слой с топлинно съпротивление, R_u . Когато всички елементи между вътрешната среда и неотопляемото пространство имат един и същ коефициент на топлопреминаване, R_u се определя по:

$$R_u = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0,33 \times n \cdot V} \quad (3)$$

където:

- R_u е топлинното съпротивление на неотопляемо пространство, в $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;
- A_i - общата площ на всички елементи между вътрешната среда и неотопляемото пространство, в m^2 ;
- $A_{e;k}$ - площта на елемент k между неотопляемото пространство и външната среда, в m^2 ;
- $U_{e;k}$ - коефициентът на топлопреминаване на елемент k между неотопляемото пространство и външната среда, в $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
- 0,33 - стойността на топлинния капацитет на въздуха, в $\text{Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$;
- n е кратността на въздухообмена на неотопляемо пространство, във въздухообмен на час;
- V - обемът на неотопляемото пространство, в m^3 ;

и сумирането се прави за всички елементи между неотопляемото пространство и външната среда, с изключение на подовата плоча върху земната основа.

Когато няма подробни данни за конструкцията на външните елементи на неотопляемото пространство, трябва да се използват стойностите $U_{e,k} = 2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ и $n = 3$ въздухообмена за час.

3. Корекции на коефициента на топлопреминаване

3.1 Общи положения

Коефициентът на топлопреминаване се коригира, когато е уместно, за да бъдат взети предвид влиянията на:

- а) въздушните празнини в изолацията;

- б) механичните закрепващи средства, преминаващи през изолационния слой;
- в) валежите върху обърнати покриви.

Забележка: Обърнат покрив е този, който има изолационен слой над хидроизолационна мушама.

Коригираният коефициент на топлопреминаване, U_c , се получава чрез добавяне на корекционен член, ΔU :

$$U_c = U + \Delta U \quad (4)$$

ΔU се изчислява по:

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r \quad (5)$$

където:

ΔU_g е корекцията за въздушни празнини;

ΔU_f е корекцията за механични закрепващи средства;

ΔU_r е корекцията за обърнати покриви.

3.2 Корекции за въздушни празнини

3.2.1 Определения

За целите на изчисленията „въздушни празнини” се използва като общия термин за въздушни пространства в изолацията или между изолацията и долепената конструкция, които съществуват в действителните конструкции на сградите, но не са показани на чертежите. Те могат да бъдат разделени в две основни категории:

- а) междини между изолационни плоскости, плочи или дюшеци или между изолацията и конструктивни елементи по посока на топлинния поток;
- б) кухини в изолацията или между изолацията и конструкцията, перпендикулярни на посоката на топлинния поток.

3.2.2 Корекции

Въздушните празнини може да повишават коефициента на топлопреминаване на компонента чрез повишаване на топлопренасянето при излъчване и конвекция: степента на повишаването зависи от размера, ориентацията и местоположението на въздушната празнина.

Корекцията се прилага като допълнение към коефициента на топлопреминаване, изразен като ΔU_g .

Въздушните междини се причиняват от леко вариране в размерите на изолационния продукт (допустими отклонения на размерите), от вариране на изискваните размери по време на рязане и монтаж, както и поради допустими отклонения на размерите, свързани със самата конструкция и нейните неравностите.

Само междини, които преминават през цялата дебелина на изолацията от топлата до студената страна, водят до повишаване на топлопреминаването, така че корекция е

оправдана, като по принцип е само умерена корекция. Полагането на изолация в повече от един слой с разместени фуги премахва необходимостта от корекция.

Кухините се дължат на неравнинни повърхности в конструкцията: изолацията е много твърда, много неогъваема или много несвиваема, за да ги следва напълно. Неравности, като бразди в мазилката, които играят ролята на дистанционери, създаващи въздушно пространство или въздушни пространства между конструкцията и изолацията, предизвикват същия ефект. Когато кухините са прекъснати (нямат връзка с други въздушни кухни, въздушни междини или вътрешната или външната среда), се прилага само умерена корекция.

И за двата вида въздушни празнини сравнението на изчислението и измерването показва добро съответствие.

Ако двата вида въздушни празнини се комбинират, може да се получат допълнителни топлинни загуби в резултат на масообмена, което изисква да се приложи по-голяма корекция.

Винаги се предполага, че изработката е на адекватно ниво.

За да се опрости процедурата за корекции, начинът на полагане на изолацията се използва като основа за корекцията. Идентифицират се три нива, както са показани в таблица 3).

Таблица 3— Корекции за въздушни празнини

Ниво	Описание	$\Delta U''$ W/(m ² ·K)
0	Без въздушни празнини в изолацията или когато има само незначителни въздушни празнини, които нямат значително влияние върху коефициента на топлопреминаване.	0,00
1	Въздушни междини, които преминават между топлата и студената страна на изолацията, но които не причиняват въздушна циркулация между топлата и студената страна на изолацията.	0,01
2	Въздушни междини, които преминават между топлата и студената страна на изолацията, комбинирани с кухни, което води до свободна въздушна циркулация между топлата и студената страна на изолацията.	0,04

Тази корекция се коригира в съответствие с формула (3.3):

$$\Delta U_g = \Delta U'' \cdot \left(\frac{R_1}{R_{tot}} \right)^2 \quad (6)$$

където:

R_1 е топлинното съпротивление на слоя, който съдържа междини, получено по формулата

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (7)$$

R_{tot} е общото топлинно съпротивление на компонента, като се пренебрегват всички топлинните мостове;

$\Delta U''$ е дадено в таблица 1.1.

3.2.3 Индикативни случаи за нивата на корекция

Следните са индикативни случаи за нивата на корекция.

3.2.3.1 За ниво 0, за което се прилага корекция $\Delta U'' = 0$

- 1) Непрекъснати слоеве изолация, без прекъсвания на изолационния слой от конструктивни елементи, например подпори, ребра или напречни греди, с разместени фуги между дюшеците или плоскостите в отделните слоеве. Изолацията е в плътен контакт с конструкцията, без кухини от двете страни между конструкцията и изолацията.
- 2) Единичен слой непрекъснатата изолация с фуги, такива като стъпаловиден ръб, глъб и зъб или уплътнени. Изолацията е в плътен контакт с конструкцията, без кухини от двете страни между конструкцията и изолацията.
- 3) Единичен слой непрекъснатата изолация с челни фуги, където допустимите отклонения на размерите по дължина, широчина и перпендикулярност, комбинирани със стабилността на размерите, водят до междини при фугите, които са по-малко от 5 mm широки. Изолацията е в плътен контакт с конструкцията, без кухини от двете страни между конструкцията и изолацията.
- 4) Единичен слой изолация в конструкция, където топлинното съпротивление на изолацията е по-малко от или равно на половината от общото топлинно съпротивление на конструкцията. Изолацията е в плътен контакт с конструкцията, без кухини от двете страни между конструкцията и изолацията.

3.2.3.2 За ниво 1, за което се прилага корекция $\Delta U'' = 0,01$

- 1) Един слой изолация, прекъснат от конструктивни елементи, например подпори, ребра или напречни греди. Изолацията е в плътен контакт с конструкцията, без кухини от двете страни между конструкцията и изолацията.
- 2) Единичен слой непрекъснатата изолация с челни фуги, където допустимите отклонения на размерите по дължина, широчина и перпендикулярност, комбинирани със стабилността на размерите, водят до междини при фугите, които са повече от 5 mm широки. Изолацията е в плътен контакт с конструкцията, без кухини от двете страни между конструкцията и изолацията.

3.2.3.3 За ниво 2, за което се прилага корекция $\Delta U'' = 0,04$

- 1) Един или повече слоеве изолация без плътен контакт с топлата страна на конструкцията, с кухини от двете страни между конструкцията и изолацията, което води до движение на въздуха между топлата и студената страна на изолацията.

3.3 Корекция за механични закрепващи средства

3.3.1 Подробно изчисление

Влиянието на механичните закрепващи средства може да се определи чрез изчисления в съответствие с БДС EN ISO 10211, за да се получи коефициентът на точково топлопреминаване, χ , който се дължи на едно закрепващо средство. Корекцията на коефициента на топлопреминаване тогава се изчислява по:

$$\Delta U_f = n_f \cdot \chi \quad (8)$$

където

n_f е броят на закрепващите средства на m^2 .

3.3.2 Приблизителна процедура

Приблизителна процедура за определяне на влиянието на механичните закрепващи средства може да се използва, ако закрепващите средства не са отчетени чрез други методи.

Когато през изолационния слой преминават механични закрепващи средства, като стенни анкери между два пласта зидария, покривни закрепващи средства или закрепващи средства в системи комбинирани панели, корекцията на коефициента на топлопреминаване се изчислява по:

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_1} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{tot}} \right)^2 \quad (9)$$

където коефициентът α се избира:

$\alpha = 0,8$ ако закрепващото средство преминава през целия изолационен слой;

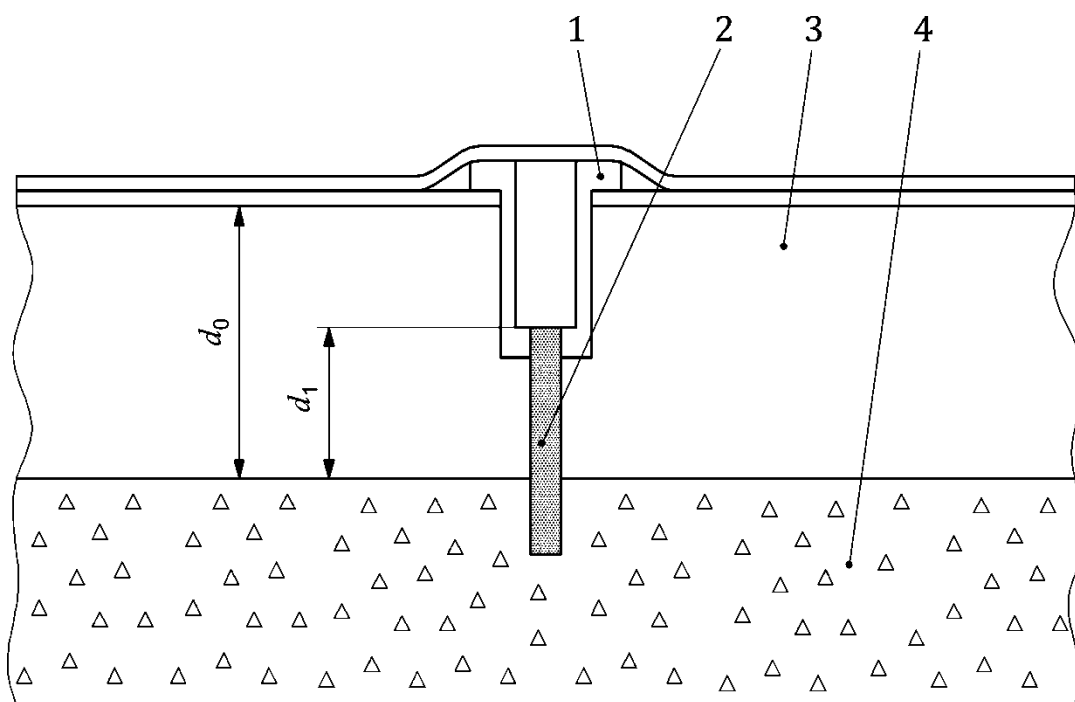
$\alpha = 0,8 \times \frac{d_1}{d_0}$ в случай на вградено закрепващо средство (съгласно фигура 1).

В тези изрази

λ_f е коефициентът на топлопроводност на закрепващо средство, в $W/(m \cdot K)$;

- n_f е броят на закрепващите средства на m^2 ;
- A_f е площта на напречното сечение на едно закрепващо средство, в m^2 ;
- d_0 е дебелината на изолационния слой, съдържащ закрепващото средство, в m ;
- d_1 е дължината на закрепващото средство, което преминава през изолационния слой, в m ;
- R_1 е топлинното съпротивление на изолационния слой, през който преминават закрепващи средства, в $m^2 \cdot K/W$;
- R_{tot} е общото топлинно съпротивление на компонента при пренебрегване на всички топлинни мостове, както е получено в 6.7.1.2, в $m^2 \cdot K/W$.

Забележка 1: d_1 може да бъде по-голяма от дебелината на изолационния слой, ако закрепващото средство преминава през него под ъгъл. В случай на вградено закрепващо средство d_1 е по-малка от дебелината на изолационния слой, а R_1 е равно на d_1 , разделено на коефициента на топлопроводност на изолацията.



Фигура 1 — Вградено покривно закрепващо средство

Легенда

- 1 пластмасова чаша
- 2 вградено закрепващо средство
- 3 изолация
- 4 покрив

- d_0 дебелина на изолационния слой, съдържащ закрепващото средство
 d_1 дължина на закрепващото средство, което преминава през изолационния слой

Корекция не трябва да се прилага в следните случаи:

- когато има стенни анкери през празна кухня;
- когато коефициентът на топлопроводност на закрепващото средство е по-малък от 1 W/(m·K).

Процедурата не се прилага, когато и двата края на металната част на закрепващото средство са в пряк топлинен контакт с метални листове.

Забележка 2: Методите в БДС EN ISO 10211 могат да се използват за получаване на корекционни коефициенти за случаите, когато и двата края на закрепващото средство са в пряк топлинен контакт с метални листове.

3.4 Процедура за корекции за обърнати покриви

3.4.1 Общи положения

Тази процедура за корекции се използва за обърнати покриви поради дъждовната вода, която се стича между изолацията и хидроизолационната мушама. Тя се прилага за отопляеми сгради; за охлаждаеми сгради корекцията не се прилага.

Процедурата, описана в тази подточка, е приложима само за изолация, направена от екструдирани полистирен (XPS).

3.4.2 Корекция поради водата, която се стича между изолацията и хидроизолационната мушама

Корекцията на изчисления коефициент на топлопреминаване на покривния елемент, ΔU_r , изчислен в W/(m²·K), като се вземат предвид допълнителните топлини загуби, причинени от дъждовната вода, която се стича през фугите в изолацията и достига до хидроизолационната мушама, се изчислява, както следва:

$$\Delta U_r = p \cdot f \cdot x \cdot \left(\frac{R_1}{R_{\text{tot}}} \right)^2 \quad (3.6)$$

където:

a)

ΔU_r е корекцията на изчисления коефициент на топлопреминаване на покривния елемент, в W/(m²·K);

- p е средната норма на валежите през отоплителния сезон, основана на данни за съответното място (например метеорологична станция) или предоставени чрез местни, регионални или национални разпоредби или други национални документи или стандарти, в mm/ден;
- f е коефициентът на водопропускливост, който дава частта от p , която достига до хидроизолационната мушамата;
- x е коефициентът за увеличени топлинните загуби, причинени от дъждовна вода, която се стича по мушамата, в $(W \cdot \text{ден}) / (m^2 \cdot K \cdot mm)$
- R_1 е топлинното съпротивление на слоя изолация над хидроизолационната мушамата, в $m^2 \cdot K/W$;
- R_{tot} е общото топлинно съпротивление на конструкцията преди прилагане на корекцията, в $m^2 \cdot K/W$.

За единичен слой изолация над мушамата с челни фуги и отворено покритие като чакъл, $f \cdot x = 0,04$.

Забележка: Единичен слой изолация с челни фуги и отворено покритие се счита за конфигурацията, която дава най-голямо ΔU .

По-ниските стойности на $f \cdot x$ могат да се прилагат за покривни конструкции, които пропускат по-малко вода през изолацията. Примери са различни оформлени на фугите (такива като фуги със стъпаловиден ръб или с глъб и зъб) или различни видове изграждане на покриви. В тези случаи, когато влиянието на мерките е документирано в независими доклади, за $f \cdot x$ може да се използват стойности, по-малки от 0,04. Средна норма на валежите за отоплителния сезон за района на България по данни на НИМХ е приблизително 60 mm/24 h.

Част седма

ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ТОПЛИННИТЕ ЗАГУБИ В ПОДСИСТЕМАТА ЗА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ТОПЛИНА

1. Изчисляването на топлинните загуби на една под-система за разпределение се основава на средната температура на подаваната вода, околната температура в дадено помещение, топлопреминаването през тръбопроводите, дължината на тръбопроводите и времето на работа.

При заснемане се проверяват следните точки:

- а) изолация на разпределителните тръбопроводи
- б) приблизителна дължина на монтираните тръбопроводи
- в) настройките на регулирането на помпите, съвместими с допусканията при изчисленията
- г) годишно допълнително потребление на енергия от разпределителните помпи
- д) температури на подаваща и връщаща линия в кръговете.

Изчислението включва:

- | | |
|--|-------------------------|
| a) дължина на тръбопроводите във всеки участък за отопление, охлаждане и DHW | L_s, L_v, L_a |
| b) Топлинни загуби за отопление, охлаждане и DHW | $Q_{HCW,dis,ls}$ |
| c) Спомагателна енергия за отопление, охлаждане и DHW | $W_{HCW,dis}$ |
| d) коефициент на енергиен разход за отопление, охлаждане и DHW | $\varepsilon_{HCW,dis}$ |
| e) среден частичен товар на масовия дебит за отопление и охлаждане | $\beta_{HCW,dis}$ |
| f) Хидравлично балансиране на кръга | |

Средната температура на водата в разпределителната система $\vartheta_{X,mean}$ за отопление и охлаждане на помещения се определя по:

$$\vartheta_{HC,mean} = \frac{\vartheta_{HC,in} + \vartheta_{HC,out}}{2} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (1.1)$$

където:

- | | | |
|-----------------------|----------------------|---|
| $\vartheta_{HC,mean}$ | [$^\circ\text{C}$] | средна температура на водата в системата за разпределение за времевата стъпка |
| $\vartheta_{HC,in}$ | [$^\circ\text{C}$] | температура на входящата вода в системата за излъчване за времевата стъпка |
| $\vartheta_{HC,out}$ | [$^\circ\text{C}$] | температура на изходящата вода от системата за излъчване за времевата стъпка |

Средната температура на водата в системата за разпределение $\vartheta_{W,mean}$ за DHW се определя по

$$\vartheta_{W,mean} = \vartheta_w - \frac{\Delta\vartheta_w}{2} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (1.2)$$

където:

- | | | |
|---------------------|----------------------|--|
| ϑ_w | [$^\circ\text{C}$] | температура на горещата вода във времевата стъпка |
| $\Delta\vartheta_w$ | [$^\circ\text{C}$] | температурна разлика между температурата на потребление на гореща вода и температурата на връщащата линия на водата в контура на циркулационната система за времевата стъпка |

Коефициентът на линейно топлопреминаване Ψ за изолирани тръби във въздух с общ коефициент на топлопреминаване, включително конвекция и излъчване навън, се определя по:

$$(1.3)$$

$$\Psi = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2 \cdot \lambda_D} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a \cdot d_a} \right)} \quad [\text{W/m} \cdot \text{K}]$$

където:

d_i, d_a	[m]	вътрешен диаметър (без изолацията) и външен диаметър (със изолацията) на тръбопровода
h_a	[W/m ² K]	коэффициент на топлопредаване от общата външна повърхност (конвекция и излъчване)(виж приложение В)
λ_D	[W/mK]	топлопроводност на изолацията

За вградени тръбопровода коэффициентът на линейно топлопреминаване се определя по:

$$\Psi_{em} = \frac{\pi}{\frac{1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_D} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{\lambda_{em}} \cdot \ln \frac{4 \cdot z}{d_a} \right]} \quad [\text{W/m} \cdot \text{K}] \quad (1.4)$$

където:

z	[m]	дълбочина на тръбопровода от повърхността
λ_{em}	[W/mK]	топлопроводност на материала, в който е вграден тръбопроводът

За неизолирани тръбопровода коэффициентът на линейно топлопреминаване Ψ_{non} се определя по:

$$\Psi_{non} = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_p} \cdot \ln \frac{d_{p,a}}{d_{p,i}} + \frac{1}{h_a \cdot d_{p,a}}} \quad [\text{W/m} \cdot \text{K}] \quad (1.5)$$

където:

$d_{p,i}, d_{p,a}$	[m]	вътрешен и външен диаметър на тръбопровода
λ_D	[W/mK]	топлопроводност на материала на тръбопровода

Като приближение, коэффициентът на линейно топлопреминаване Ψ_{non} се определя по:

$$\Psi_{non} = h_a \cdot \pi \cdot d_{p,a} \quad [\text{W/m} \cdot \text{K}] \quad (1.6)$$

Топлинните загуби на една разпределителна система $Q_{X,dis,ls}$ за отопление, охлаждане и DHW с циркуляционен кръг в една зона при работа се определя по:

$$Q_{HCW,dis,ls} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{HCW,op}} \sum_j \Psi_j \cdot (\vartheta_{HCW,mean} - \vartheta_{HCW,amb,j}) \cdot (L + L_{equi})_j \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}]^1 \quad (1.7)$$

където:

j	[-]	индекс на зоната (некондиционирана или кондиционирана)
$\vartheta_{HCW,amb,j}$	[°C]	температура на околната среда на зоната за времевата стъпка
L	[m]	дължина на тръбопровода в зоната (некондиционирана или кондиционирана)
L_{equi}	[m]	еквивалентна дължина на тръбопровода в зоната (некондиционирана или кондиционирана) за вентили, окачване и др.
t_{ci}	[h]	времева стъпка на изчисленията
$t_{HCW,op}$	[h]	общо време на работа за отопление на помещението, охлаждане на помещението и циркуляционния контур на DHW

Допълнителните топлинни загуби на разпределителните тръбопроводи с отворени отклонения $Q_{W,dis,stub}$ за една времева стъпка по време на работа (потребление на вода) се определя по:

$$Q_{W,dis,ls,stub} = \dot{m}_{W,dis,stub} \cdot c_w \cdot (\vartheta_W - \vartheta_{W,amb,j}) \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}]^1 \quad (1.8)$$

където:

c_w	[kWh/kgK]	специфичен топлинен капацитет на водата
$\dot{m}_{W,dis,stub}$	[kg/h]	масов дебит на горещата вода в отворените циркуляционни отклонения за времева стъпка

Масовият дебит на горещата вода в отворените циркуляционни отклонения $\dot{m}_{w,dis,stub}$ по време на работа (потребление на вода) се определя по:

$$\dot{m}_{W,dis,stub} = \sum_j V_{stub,j} \cdot \rho_W \cdot n_{tap,j} \quad [\text{kg/h}]^2 \quad (1.9)$$

където:

V	[m ³]	Обем на тръбопроводите в отворените циркуляционни отклонения в зоната
ρ_w	[kg/m ³]	плътност на водата

¹ Национална забележка: Единицата е [kWh].

² Национална забележка: Единицата е [kg/h].

$n_{tap,j}$ [1/h] брой на източванията от кранове в зона и интервал от време

Топлинните загуби в циркуляционни системи, които не работят $Q_{w,dis,nom}$ се изчисляват съгласно формула (1.10), където средната температура на водата по време на работа се замества със средната температура на топлата вода $\vartheta_{w,avg}$ в циркуляционната система без да работи във времева стъпка.

$$Q_{w,dis,nom} = \frac{1}{1000} \sum_0^{t_{w,op}} \sum_j \Psi_j \cdot (\vartheta_{w,avg} - \vartheta_{w,amb,j}) \cdot (L + L_{equi})_j \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (1.10)$$

където:

$\vartheta_{w,avg}$ [°C] средна температура на водата в циркуляционната система, когато не работи в интервал от време

Температурата на горещата вода след потребление, извън време на работа, $\vartheta_{w,dis,atap}$ се определя по:

$$\vartheta_{w,dis,atap,i} = \vartheta_{w,ah,j} + (\vartheta_{w,avg,begin} - \vartheta_{w,amb,j}) \cdot e^{-C_i} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (1.11)$$

където:

C_j [-] Експонента в тръбен участък i (съгласно формула 1.13)

Експонентата C_j за пресмятането на температурния пад след потребление на вода, се определя по:

$$C_i = \frac{q_i \cdot L_i}{c_w \cdot \rho_w \cdot V_i + c_p \cdot m_{p,i}} \cdot \frac{t_{atap}}{(\vartheta_w - \vartheta_{w,amb,i})} \quad (1.12)$$

където:

V [m³] Обем на тръбата в участък i

c_p [кWh/kg.K]³ специфичен топлинен капацитет на тръбата

m_p [kg] маса на тръбата в участък i

t_{atap} [h] време след потреблението преди следващото потребление (1 h)

q_i [W/m] топлинен поток на единица дължина (съгласно формула 1.13¹)

$$q_i = \Psi_i \cdot (\vartheta_w - \vartheta_{w,amb,j}) \quad [\text{W/m}] \quad (1.13)$$

¹Национална забележка: Единицата е [кWh/kg.K] Формула 1.13.

Този метод може да се използва, ако времето след следващото потребление е известно в профила на потреблението на вода. Тогава средната температура на горещата вода $\vartheta_{W,avg}$ във формула (1.10) се определя по:

$$\vartheta_{W,avg} = \frac{\vartheta_{W,avg,begin} + \vartheta_{W,dis,atap}}{2} \text{ [}^{\circ}\text{C]} \quad (1.14)$$

Като опростен метод за изчисляване на топлинните загуби на разпределителни системи без циркулация, а също и за тръби с отворени циркулиращи отклонения (участък SL на мрежата съгласно приложение С на БДС EN 15316-3 „Енергийни характеристики на сгради. Метод за изчисляване на енергийните потребности и ефективността на системите. Част 3: Системи за разпределение в помещенията (DHW, отопление и охлаждане), модул М3-6, М4-6, М8-6 се определя по формула (1.7), където средната температура $\vartheta_{W,mean}$, се определя по:

$$\vartheta_{W,mean} = 25 \cdot \Psi^{-0,2} \text{ [}^{\circ}\text{C]} \quad (1.15)$$

Този опростен метод може да се използва, ако изчислението се основава на часова времева стъпка.

Общите топлинни загуби в системата за разпределение на DHW с циркулация се определя по:

- Топлинни загуби в циркуляционна система по време на работа $Q_{W,dis,ls}$ + топлинни загуби при неработеща циркуляционна система $Q_{w,dis,nom}$ + топлинни загуби за разпределителни тръби с отворени циркуляционни отклонения $Q_{W,dis,stub}$

$$Q_{W,dis,ls,total} = Q_{W,dis,ls} + Q_{W,dis,nom} + Q_{W,dis,stub} \text{ [kWh]} \quad (1.16)$$

6.4.4 Възстановима енергия

Възстановимите топлинни загуби на разпределителни системи за отопление на помещенията, охлаждане на помещенията и DHW $Q_{HCW,dis,rbl}$ в зоната се дават от формули 1.7; 1.8 и 1.10 при граничното условие, че тръбопроводите с дължина L_j са разположени в кондиционирани пространства. Следователно възстановимите топлинни загуби $f_{HCW,dis,rbl}$ като част от общите загуби се определят по формулите:

$$f_{HCW,dis,rbl} = \frac{Q_{HCW,dis,ls,conditionedspace}}{Q_{HCW,dis,ls,total}} \text{ [kWh]} \quad (1.17)$$

$$Q_{HW,dis,rbl} = f_{HCW_dis_rbl} \cdot Q_{HW,dis,ls,total} \text{ [kWh]} \quad (1.18)$$

$$Q_{C,dis,rbl} = -f_{HCW_dis_rbl} \cdot Q_{C,dis,ls,total} \text{ [kWh]} \quad (1.19)$$

2. Опростена корелация на входните данни

2.1 Общи положения

Във всички основни уравнения за топлинните загуби при разпределение се изисква дължината на тръбопроводите в отделния участък i . Ако тази дължина не е известна по време на процеса на проектиране или измерване в съществуващи сгради, в С.1 от БДС EN 15316-3 е дадено приближение в зависимост от размера на зоната (сградата), вида на мрежата и участъка.

2.2 Входни корелации на дължината на тръбопроводите в сградата (зоната)

2.2.1 Въведение

Загубите на подсистемите за разпределение се изчисляват, като се сумират загубите на всеки хомогенен участък според специфичните уравнения. Това приложение идентифицира:

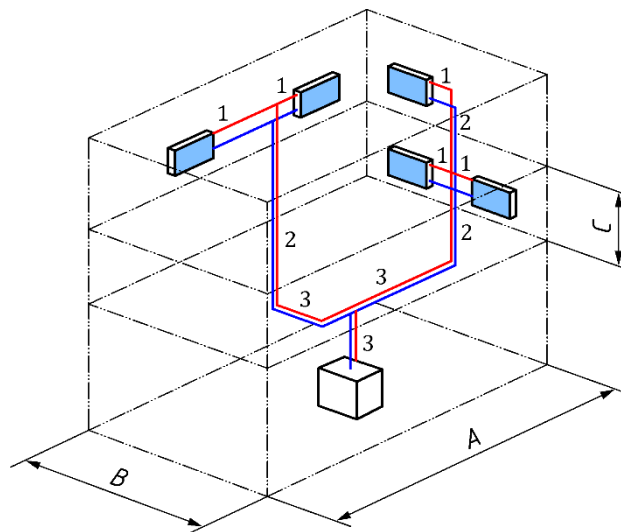
- вида на разпределителните мрежи;
- участъците на вида разпределителна мрежа;
- корелациите за получаване на входни данни за дължините на тръбопроводите за всеки участък и вид разпределителна мрежа

2.2.2 Мрежи на системи за отопление и охлаждане на помещения

2.2.2.1 Участъци

Типичната мрежа, показана на фигура 2.1 е разделена на следните участъци:

- А връзка на радиаторите с вертикалните щрангове
- S вертикални щрангове
- V основни разпределители/колектори



Легенда

- 1 Участък А
- 2 Участък S
- 3 Участък V
- A LL
- B LW
- C Hfl

Фигура 2.1 – Типична мрежа на система за отопление и охлаждане на помещение

2.2.2.2 Входни данни за корелациите

Входни данни за корелацията (виж фигура 2.1):

- LL [m] дължина на сградата
- LW [m] ширина на сградата
- Hfl [m] височина на етажа
- Nlev [-] брой на етажите (нива)

2.2.2.3 Корелации

За една многоапартаментна сграда дължината на тръбопроводите на всеки участък се определя по следните корелационни таблици. Ако сградата има повече от една зона, трябва да се вземат предвид дължината, ширината, височината на етажите и броят на етажите. В тази таблица са включени и зависимостите на околните температури във всеки участък.

Таблица 2.1 – Двутръбна система

Величина	Резултат	Единица	Участък V (от генератора до щранговете)	Участък S (вертикални щрангове)	Участък А (свързващи тръбопроводите)
Средна температура на околната среда	$\theta_{ah,H}, \theta_{ah,C}$	°C	13 респективно 20	20	20

Дължина на тръбопроводите в случай на щрангове във външните стени	L_i	m	$2 \cdot L_L + 0,01625 \cdot L_L \cdot L_W^2$	$0,025 \cdot L_L \cdot L_W \cdot H_{lev} \cdot N_{lev}$	$0,55 \cdot L_L \cdot L_W \cdot N_{lev}$
Дължина на тръбопроводите в случай на щрангове в сградата	L_i	m	$2 \cdot L_L + 0,0325 \cdot L_L \cdot L_W + 6$	$0,025 \cdot L_L \cdot L_W \cdot H_{lev} \cdot N_{lev}$	$0,55 \cdot L_L \cdot L_W \cdot N_{lev}$

Таблица 2.2 – Еднотръбна система

Величина	Резултат	Единица	Участък V (от генератора до щранговете)	Участък S (вертикални щрангове)	Участък А (свързващи тръбопроводни)
Дължина на тръбопроводите в случай на щрангове в сградата	L	m	$2 \cdot L_L + 0,0325 \cdot L_L \cdot L_W + 6$	$0,025 \cdot L_L \cdot L_W \cdot H_{lev} \cdot N_{lev} + 2 \cdot (L_L + L_W) \cdot N_{lev}$	$0,1 \cdot L_L \cdot L_W \cdot N_{lev}$

Максималната дължина от генератора до най-отдалечената система за излъчване се определя по:

$$L_{\max} = 2 \cdot \left(L_L + \frac{L_W}{2} + N_{lev} \cdot H_{lev} + l_c \right) \quad [m] \quad (2.1)$$

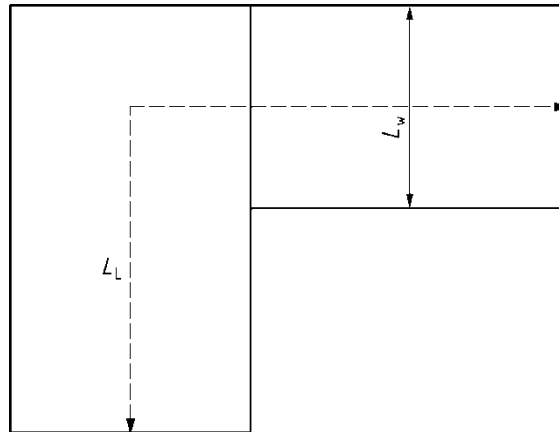
където:

$$l_c \quad [m] \quad \begin{array}{l} 10 \text{ m за двутръбни разпределителни системи} \\ L_L + L_W \text{ за еднотръбни разпределителни системи} \end{array}$$

2.2.2.4 Гранични условия

Корелациите (таблица 2.1, таблица 2.2 и формула 2.1) са валидни, ако формата на сградата е правоъгълна.

За следните форми дължината и ширината се измерват съгласно схемите на фигура 2.2.



Легенда

- 1 L_w
- 2 L_L

Фигура 2.2 – Използване на корелациите от таблици 2.1, 2.2 и формула (2.1) за специална форма на сградата

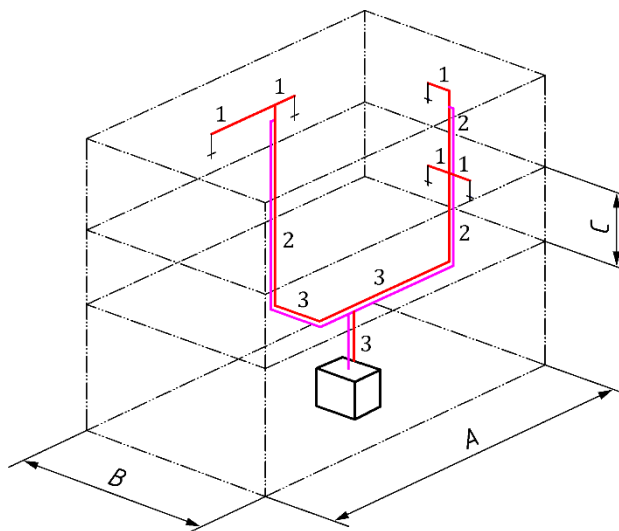
За други форми, корелациите **не могат** да се използват и дължините на тръбопроводите трябва да се определят във всеки отделен случай.

2.2.3 Мрежа на системите за гореща вода за битови нужди

2.2.3.1 Участъци

Видът мрежа, показан на фигура 2.3 е разделен на следните участъци:

- А връзка на отклоненията с вертикалните щрангове
- S вертикални щрангове
- V основен разпределител/колектор



Легенда

- 1 Участък А
- 2 Участък S
- 3 Участък V
- A LL
- B LW
- C Hfl

Фигура 2.3 – Типична мрежа на система за гореща вода за битови нужди

В.2.3.2 Входни данни за корелацията

Входни данни за корелацията (виж фигура 2.3)

- LL [m] дължина на сградата
- LW [m] ширина на сградата
- Hfl [m] височина на етаж
- Nlev [-] брой на етажите (нива)

3.2.3.3 Корелации

За една многоапартаментна сграда дължината на тръбопроводите за всеки участък се определя по следната таблица на съответствието. В тази таблица са включени и зависимостите на околните температури във всеки участък.

Таблица 2.3 – Стойности по подразбиране за изчисляване на топлинните загуби от циркуляционния контур за DHW и разпределителните тръбопроводи за DHW

Параметри	Означен ие	Единиц а	Участък L _V	Участък L _S	Участък L _A
Околна температура извън отоплителния период	$\theta_{ah,w}$	°C	22 °C		
Околна температура	$\theta_{ah,w}$	°C	13 °C в неотопляемо помещение и 20 °C в отопляемо помещение	20 °C в отопляемо помещение	
Дължина на циркуляционния кръг	L	m	$2 \cdot L_L + 0,012 \cdot 5 \cdot L_L \cdot L_W$	$0,075 \cdot L_L \cdot L_W \cdot N_{lev} \cdot H_{fl}$	—
Дължина на основния разпределителен тръбопровод	L	m	$L_L + 0,0625 \cdot L_L \cdot L_W$	$0,038 \cdot L_L \cdot L_W \cdot N_{lev} \cdot H_{fl}$	—
Дължина на отделния клон, само за пренасяне в съседни помещения с обща инсталационна стена	L	m	—	—	$0,05 \cdot L_L \cdot L_W \cdot N_{lev}$
Дължина на отделния клон, за всички останали случаи	L	m	—	—	$0,075 \cdot L_L \cdot L_W \cdot N_{lev}$

Максималната дължина L_{max} от котела или резервоара за съхранение до най-отдалечения кран се определя по:

$$L_{max} = 2 \cdot L_L + 2.5 + N_{lev} \cdot H_{fl} \quad [m] \quad (2.2)$$

2.2.3.4 Гранични условия

Корелациите (таблица 2.3 и формула 2.2) са валидни, ако формата на сградата е правоъгълна.

За следните форми дължината и ширината се измерват съгласно схемите на фигура 2.2.

За други форми не могат да се използват зависимости и дължината на тръбопроводите трябва да бъде определена по специфичен начин.

2.3 Входни корелации на линейното топлопреминаване на тръбопроводите в участъци на сгради

2.3.1 Въведение

Загубите на разпределителните подсистеми се изчисляват, като се сумират загубите на всеки хомогенен участък според специфичните уравнения. Това приложение определя:

- Типични стойности на линейно топлопреминаване на тръбопроводите във всеки участък

2.3.2 Мрежа за отопление на помещения, охлаждане на помещения и гореща вода за битови нужди

2.3.2.1 Участъци

Мрежата от вида, показан на фигура 2.1 и фигура 2.3 е разделена на следните участъци:

- A връзка на радиаторите с вертикалните щрангове
- S вертикални щрангове
- V основен разпределител/колектор

2.3.2.2 Входни данни за корелациите

Не се изискват специални входни данни.

2.3.2.3 Корелации

Стойностите по подразбиране за линейно топлопреминаване през тръбопроводите, за всеки участък от мрежата, са дадени в таблица 2.4 в зависимост от възрастта или класа на сградата.

Таблица 2.4 – Типични стойности на линейното топлопреминаване през тръбопроводи за нови и съществуващи сгради

Възраст/клас на сградата	Ψ [W/mK]		
	Участък L_v	Участък L_S	Участък L_A
От 1995 – при положение, че дебелината на изолацията е приблизително равна на	0,2	0,3	0,3

	Ψ [W/mK]		
външния диаметър на тръбопровода			
От 1980 до 1995 – при положение, че дебелината на изолацията е приблизително равна на половината от външния диаметър на тръбопровода	0,3	0,4	0,4
До 1980	0,4	0,4	0,4
Неизолирани открити тръбопроводи			
$A \leq 200 \text{ m}^2$	1,0	1,0	1,0
$200 \text{ m}^2 < A \leq 500 \text{ m}^2$	2,0	2,0	2,0
$A > 500 \text{ m}^2$	3,0	3,0	3,0
Неизолирани тръбопроводи, монтирани във външните стени		общи/използваеми^a	
Неизолирани външни стени		1,35 / 0,80	
Външни стени с външна изолация		1,00 / 0,90	
Външни стени без изолация, но характеризиращи се с ниско топлопреминаване ($U = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)		0,75 / 0,55	
^a (общи = общи топлинни загуби на тръбопровода, използваеми = възстановими топлинни загуби).			

При изчисляване на линейното топлопреминаване се използва най-често коефициент на топлопредаване от външната обща повърхност (конвекция и излъчване) $h_a = 8 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$.

3. Изчисление на спомагателната енергия

Потребността от спомагателна енергия от разпределителните системи се основава на хидравличната проектна мощност на циркуляционната помпа, диференциалното налягане на тръбната система в една зона в проектната точка, дебита в проектната точка, коефициента на енергиен разход на циркуляционната помпа в работната точка и времето на работа.

Хидравличната проектна мощност на циркуляционна помпа $P_{HCW,hydr,des}$ се определя по:

$$P_{HCW,hydr,des} = \frac{\Delta p_{HCW,des} \cdot \dot{V}_{HCW,des}}{3600} \text{ [kW]} \quad (3.1)$$

където:

$\Delta p_{HCW,des}$	[kPa]	диференциално налягане (височина на подаване) в един кръг (тръбна система) в работната точка
$\dot{V}_{HCW,des}$	[m ³ /h]	дебит в работната точка

Диференциалното налягане на една тръбна система $\Delta p_{HCW,des}$ от един кръг (тръбна система) се определя по:

$$\Delta p_{HCW,des} = (1 + f_{comp}) \cdot R_{HCW,max} \cdot L_{max} + \Delta p_{HCW,add} \text{ [kPa]} \quad (3.2)$$

където:

f_{comp}	[-]	съотношение на налягането в тръбната система (виж приложение В от БДС EN 15316-3)
$R_{HCW,max}$	[kPa/m]	загуба на налягане на единица дължина
L_{max}	[m]	максимална дължина на кръга
$\Delta p_{HCW,add}$	[kPa]	загуба на налягане от допълнителни съпротивления

Потребността от хидравлична енергия $W_{HCW,dis,hydr,an}$ се определя по:

$$W_{HCW,dis,hydr,an} = P_{HCW,hydr,des} \cdot \beta_{HCW,dis} \cdot t_{HCW,op,an} \cdot f_{HCW,corr} \text{ [kWh]} \quad (3.3)$$

където:

$\beta_{HCW,dis}$	[-]	частичен товар на системата за разпределение
$t_{HCW,op,an}$	[h]	време на работа на системата за разпределение
$f_{HCW,corr}$	[-]	корекционен коефициент за специални проектни условия на системата за разпределение (виж приложение В от БДС EN 15316-3)

Потребността от спомагателна енергия $W_{HCW,dis,an}$ се определя по:

$$W_{HCW,dis,an} = W_{HCW,dis,hydr,an} \cdot \varepsilon_{HCW,dis} \text{ [kWh]} \quad (3.4)$$

където:

$\varepsilon_{HCW,dis}$	[-]	коефициент на енергиен разход на разпределителната помпа
-------------------------	-----	--

Коефициентът на енергиен разход на разпределителната помпа $\varepsilon_{HCW,dis}$ се определя по:

$$\varepsilon_{HCW,dis} = f_{HCW,e} \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{HCW,dis}^{-1}) \cdot \frac{EEI}{0,25} \quad [-] \quad (3.5)$$

където:

$f_{HCW,e}$	[-]	коэффициент за ефективност
C_{P1}	[-]	константа, зависеща от системата за регулиране на помпата – (виж приложение В)
C_{P2}	[-]	константа, зависеща от системата за регулиране на помпата – (виж приложение В от БДС EN 15316-3)
EEI	[-]	индекс на енергийна ефективност

Коефициентът за ефективност $f_{HCW,e}$ в общия случай се определя по:

$$f_{HCW,e} = \frac{P_{HCW,ref}}{P_{HCW,hydr,des}} \quad [-] \quad (3.6)$$

където:

$P_{HCW,ref}$ [-] номинална мощност на помпата

(изм. - ДВ, бр. 18 от 2024 г., в сила от 01.03.2024 г.) За циркуляционни помпи (с мокър ротор) с хидравлична мощност $0,001 < P_{HC,hydr,des} < 2,5$ kW, референтната мощност е в съответствие с норма на ЕС №622/2012 и се определя по:

$$P_{HC,ref} = \left(1,7 \cdot P_{HC,hydr,des} + 17 \cdot \left(1 - e^{-0,3 \cdot P_{HC,hydr,des}} \right) \right) \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (3.7)$$

За всички други помпи EEI във формула (3.5) се приема $EEI=0,25$ и тогава коефициентът за ефективност $f_{HCW,e}$ се определя по:

$$f_{HCW,e} = \left(1,25 + \left(\frac{0,2}{P_{HCW,hydr,des}} \right)^{0,5} \right) \cdot b \quad [-] \quad (3.8)$$

където:

b [-] коэффициент за избор на модела на помпата (съгласно идентификатор PUMP_DISTR_SEL в таблица 3.1)

Таблица 3.1

Идентификатор за избор на модела на помпата		
Идентификатор	Код	Значение
PUMP_DISTR_SEL	1	При избор в проектната точка
PUMP_DISTR_SEL	2	При избор в различна от проектната точка

Таблица 3.2

Идентификатор за регулирането на помпата		
Идентификатор	Код	Значение
HEAT_DISTR_CTRL	0	Без автоматично регулиране
HEAT_DISTR_CTRL	1	Програма с фиксирано време
HEAT_DISTR_CTRL	2	регулиране с оптимално включване/изключване
HEAT_DISTR_CTRL	3	Регулиране с оценка на потребностите

За съществуващи системи е приблизително точно да се използва номиналната мощност, дадена на етикета на помпата за $P_{el,pmp}$ (в случай на нерегулирани помпи с повече от едно ниво на скорост, $P_{el,pmp}$ се взема от нивото на скоростта, при което помпата работи) . Тогава коефициентът за ефективност се определя по:

$$f_{HCW,e} = \frac{P_{el,pmp}}{P_{HCW,hydr,des}} \quad [-] \quad (3.9)$$

където;

$P_{el,pmp}$ [kW] номинална мощност на етикета на съществуващата помпа

(при ниво на скорост на работа на помпата)

За периодична работа на циркулационните помпи в системите за отопление на помещения или за охлаждане на помещения има три различни фази и общата сума е сумата от тези части.

— нормален режим $W_{HCW,dis,hydr,an}$

— режим на забавяне $W_{HCW,dis,setb}$

— режим на усилване $W_{HCW,dis,boost}$

При режим на забавяне на работа помпата работи с минимална скорост. Когато реалната ефективност режим на забавяне на скоростта не е известна, се приема, че мощността е постоянна и е 30% от електрическата мощност в проектната точка и тогава потребността от спомагателна енергия $W_{HCW,dis,setb}$, като се вземе предвид средната ефективност на помпата от 30%, се определя по:

$$W_{HCW,dis,setb} = P_{HCW,hydr,des} \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.10)$$

При работа режим на усилване, мощността на помпата е електрическата мощност в точката на проектиране. Потребността от спомагателна енергия $W_{HCW,dis,boost}$, като се вземе предвид и средната ефективност на помпата, се определя по:

$$W_{HCW,dis,boost} = 3,3 \cdot P_{HCW,hydr,des} \cdot t_{ci} \quad [\text{kWh}] \quad (3.11)$$

Когато е известна реалната мощност на циркуляционната помпа в различните режими, при изчислението трябва да се използват тези данни.

4 Корелации на константите за разпределителните помпи

4.1 Въведение

Изчисляването на спомагателната енергия на разпределителните помпи зависи от коефициента на енергиен разход на разпределителните помпи $\varepsilon_{X,dis}$. Влиянието на системата за регулиране се характеризира с константи, базирани на уникална крива на ефективност на помпите.

4.2 Константи за изчисление на коефициента на разход на енергия на разпределителни помпи

Константите са дадени в следващите таблица, съответстващи на идентификатора HEAT_DISTR_CTRL_PMP.

Таблица 4.1 – Константи C_{P1} и C_{P2} за разпределителни помпи за отопление на помещения

Регулиране на помпата <i>HEAT_DISTR_CTRL_PMP</i>	C_{P1}	C_{P2}
0 = нерегулирана	0,25	0,75
3 = Δp_{const}	0,75	0,25
4 = $\Delta p_{variable}$	0,90	0,10

Таблица 4.2 – Константи C_{P1} и C_{P2} за разпределителни помпи за охлаждане на помещения

Регулиране на помпата <i>HEAT_DISTR_CTRL_PMP</i>	C_{P1}	C_{P2}
0 = нерегулирана	0,25	0,75
3 = регулирана	0,85	0,15

Таблица 4.3 – Константи C_{P1} и C_{P2} за разпределителни циркуляционни помпи за DHW

Регулиране на помпата <i>HEAT_DISTR_CTRL_PMP</i>	C_{P1}	C_{P2}
0 = нерегулирана	0,25	0,94
3 = регулирана	0,50	0,63

5 Входни корелации на допълнителните съпротивления и коефициент на съпротивлението

5.1 Въведение

Изчисляването на спомагателната енергия на разпределителните помпи зависи от диференциалното налягане на тръбната система $\Delta p_{HCW,des}$. Допълнителните съпротивления могат да се изчислят по опростен метод, който взема предвид коефициента на съпротивление или чрез добавяне на допълнителни типични съпротивления.

5.2 Мрежа за отопление на помещения, охлаждане на помещения и гореща вода за битови нужди

5.2.1 Корелации на загубата на налягане за единица дължина

Таблица 5.1 – Загуба на налягане за единица дължина

Загуба на налягане на дължина	R [kPa/m]
Стандартни мрежи в сгради	0,10
Мрежи в сгради с отклонения с намалено сечение	0,15
Мрежи за централно отопление/охлаждане между сгради	0,20

5.2.2 Корелации на коефициента на съпротивление

За да се вземат предвид всички съпротивления на съставните части в мрежата (т.е. вентили, фланци, фитинги), коефициентът f_{comp} може да се приеме в зависимост от вида на мрежата. Често допускане се дава от:

$$f_{comp} = 0,3 \text{ за обикновени мрежи}$$

$$f_{comp} = 0,4 \text{ за мрежи с много промени на посоката}$$

5.2.3 Корелации на допълнителните съпротивления

За да се вземат предвид съпротивленията на съставните части в началото и в края на мрежата (т.е. излъчвател, генератор), Δp_{add} може да се вземе от следните таблици:

Таблица 5.2 – Допълнителни съпротивления

Вид на съпротивлението		Δp_{add} [kPa]
Вид на излъчвателя		
Радиатор		2
Подова отоплителна система		4,5
Топломер		10,0
Вид на топлогенератора		
Генератор с водно съдържание > 0,15 l/kW		1
Генератор с водно съдържание $\leq 0,15$ l/kW	$\Phi_{H,out,max} < 35kW$	$20 \cdot (\dot{V}_{des})^2$
	$\Phi_{H,out,max} \geq 35kW$	80

5.2.4 Корелации на корекционния коефициент на разпределителната система

Най-голямо влияние върху корекционния коефициент има хидравличният баланс. Но в специални случаи коефициентът за хидравличния баланс може да се умножи със специален коефициент.

$$f_{HCW,corr} = f_{HB} \cdot f_{special}$$

Таблица 5.3 – Коефициент за хидравличен баланс

Коефициент за хидравличен баланс на мрежата	$f_{aux,rbl}$
Балансирана	1,00
Небалансирана	1,15

$$f_{special} = 1$$

6. Входни корелации на коефициента за възстановима спомагателна енергия

Таблица 6.1 – Коефициент за възстановима спомагателна енергия

Коефициент за възстановима спомагателна енергия	$f_{aux,rbl}$
Помпа с изолация	0,10
Помпа без изолация	0,25

Част осма

АДАПТИРАНЕ НА ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРМОПОМПА В РЕАЛНИ ЕКСПЛОАТАЦИОННИ УСЛОВИЯ

1. Общи положения

Реалните експлоатационни условия, в които се предвижда да работи термopомпен агрегат за генериране на енергия за отопление, охлаждане и/или гореща вода за битови нужди обикновено се различават от условията, при които производителят на агрегата извършва началните изпитвания и декларира измерените им стойности.

Специализираните стандарти БДС EN 14825 и БДС EN 14511 представят изискванията към условията за измерване на характеристиките и основните изчислителни формулировки за изчисляване на т.н. референтни стойности.

Директното използване на референтните стойности на енергийните характеристики на термopомпен агрегат, предвиден за експлоатация при определени условия – както по отношение на параметрите на нископотенциалния енергиен източник, така и на параметрите на хладилния цикъл в агрегата, води до нереални резултати. Необходимо е привеждане (адаптиране) на тези получени от измерване при т.н. референтни условия стойности към предвидените реални експлоатационни условия.

2. Идентификация на входни данни, декларирани в продуктовата информация от производител.

Един общ подход за такава идентификация, който може да се използва, се основава на интерполация или екстраполация по установените при референтните условия данни към параметрите на предвидените реални експлоатационни условия. Когато производителят на термopомпения агрегат е предоставил информация за енергийните характеристики на конкретния агрегат за 4 или повече референтни точки, по тази информация може да се идентифицира с достатъчно висока за преследваните цели корелационна достоверност зависимост от вида:

- при термopомпи, оползотворяващи топлината на нископотенциален топлинен източник въздух и при същите режимни параметри на хладилния цикъл, както референтните:
 - 1) идентификация по данните от производителя;

2) интерполация/екстраполация по локалните климатични данни

$$COP_{gen} = f(\vartheta_{gen,in,ref}; \varphi_{ref}; B) \quad (1)$$

в която:

COP_{gen} – е коефициентът на трансформация при конкретните референтни условия;

$\vartheta_{gen,in,ref}$ – температурата на нископотенциалния енергиен източник (въздух) на входа на изпарителя, °C;

φ_{ref} – относителната влажност на входящия в изпарителя въздух;

B – барометричното налягане в референтната точка, Pa.

Когато в продуктовата информация на производителите не са налични данни за относителната влажност и барометричното налягане, оценката на функцията в (1) се извършва по параметър „температура“.

Отчита се COP за умерен климат за температури +2°C и +7°C от продуктовата информация на термопомпата.

С интерполация се изчислява COP за средна температура и влажност за отоплителен сезон за съответната климатична зона в България, за където е предназначена термопомпата. За изчисленията се използват данните от таблица 8.4.

В случаите, когато няма достатъчна информация за коректна идентификация на зависимостта (например параметрите на реалния хладилен цикъл на термопомпата са различни от референтните) е възможен подход, основаващ се на ексергийната ефективност, както е определено в стандарта БДС EN 16316-4-2.

Ексергийната ефективност може да се изчисли по формулата:

$$\eta_{H;C;gen;COP;exer} = \frac{COP_{gen}(\vartheta_{in};\vartheta_{out})}{COP_{gen;exer}(\vartheta_{in};\vartheta_{out})} \quad (2)$$

където:

$\eta_{H;C;gen;COP;exer}$ е ексергийната ефективност (-)

$COP_{gen}(\vartheta_{in};\vartheta_{out})$ е коефициентът на трансформация при реалните експлоатационни условия(-)

$COP_{gen;exer}(\vartheta_{in};\vartheta_{out})$ е коефициентът на полезно действие на цикъла на Карно (-)

Стойността на коефициента на полезно действие, представляващ цикъла на Карно, зависи само от температурния интервал и от източника.

Този подход може да вземе под внимание както температурата на източника, така и температурата на приемане на топлината (и температурата на генератора в случай на

топлинно задвижвани термопомпи). Този метод позволява интерполация за коригиране на стойностите на COP за различни температури на източника или на приемане на топлината, когато не е възможно да се получат от референтна ситуация, идентифицирана с температурите на входа и изхода на термопомпата.

Ефективният COP за различен набор от източници, температури на приемане на топлината и температурни обхвати може да бъде получен от референтна ситуация съгласно формула 3.

$$\begin{aligned} COP_{gen}(\vartheta_{in}; \vartheta_{out}) &= COP_{gen;ref} \times \frac{COP_{gen;exer}(\vartheta_{in}; \vartheta_{out})}{COP_{gen;exer;ref}} \\ &= f_{gen;COP;exer}(\vartheta_{in}; \vartheta_{out}) \times COP_{gen;ref} \end{aligned} \quad (3)$$

$f_{gen;COP;exer}$	е корекционният коефициент за температурното отклонение от измерената референтна точка на изпитване,
$COP_{gen}(\vartheta_{in}; \vartheta_{out})$	е COP в резултат на температурните условия при експлоатация (-),
$COP_{gen;ref}$	е COP в резултат на референтните условия (-),
$COP_{gen;exer}(\vartheta_{in}; \vartheta_{out})$	е COP на цикъла на Карно в резултат на температурните условия при експлоатация; (-),
$COP_{gen;exer;ref}$	е COP на цикъла на Карно в резултат на референтните условия (-).

3. Приложение към термопомпи, задвижвани с електричество

3.1 Изчисление на COP на Карно

За термопомпи, задвижвани с електричество, COP на Карно се изчислява съгласно формула (4).

$$COP_{gen;exer} = \frac{\vartheta_{gen;out} + 273,15}{\vartheta_{gen;out} - \vartheta_{gen;in}} \quad (4)$$

където:

$COP_{gen;exer}(\vartheta_{in}; \vartheta_{out})$	е COP на Карно (-)
ϑ_{in}	температурата на входящия в изпарителя нискотемпературен флуид(°C)
ϑ_{out}	е температурата на флуида на изхода от кондензатора на термопомпата (°C)

3.2. Корекционен коефициент за термопомпи, задвижвани с електричество

Корекционният коефициент $f_{gen;COP;exer}$ се изчислява съгласно формула (5).

$$f_{gen;COP;exer} = \frac{COP_{gen}(\vartheta_{in}; \vartheta_{out})}{COP_{gen;ref}} = \frac{(\vartheta_{gen;out} + 273,15) \times (\vartheta_{gen;out;ref} - \vartheta_{gen;in;ref})}{(\vartheta_{gen;out;ref} + 273,15) \times (\vartheta_{gen;out} - \vartheta_{gen;in})} \quad (5)$$

4. Приложение към топлинно задвижвани термомомпи

4.1 Изчисление на COP на Карно

За топлинно задвижвани термомомпи, например абсорбционни термомомпи, обаче съществуват три температурни нива: горещото ниво на топлинния вход на генератора, топлото ниво на използваната топлина и студеното ниво на топлинния източник.

Следователно COP на Карно се изчислява съгласно формулата (6).

$$COP_{gen;ex} = \frac{\frac{T_{gen;in} - T_{cold}}{T_{gen;in} \times T_{cold}}}{\frac{T_{hot} - T_{cold}}{T_{hot} \times T_{cold}}} = \frac{\vartheta_{gen;out} + 273,15}{\vartheta_{gen;in} + 273,15} \times \frac{(\vartheta_{hot} - \vartheta_{gen;in})}{(\vartheta_{gen;out} - \vartheta_{gen;in})} \quad (6)$$

където:

$COP_{gen;ex}$ е COP на Carnot (-)

$T_{gen;in}$ е температурата от страната на генератора (горелка, котел, топлообменник) (K)

T_{hot} е температурата от страната на горещия процес на термомомпата (топлоотвеждащия топлообменник) (K)

T_{cold} е температурата от страната на студения процес на термомомпата (източник) (K)

ϑ_{hot} е температурата от страната на генератора (горелка, котел, топлообменник) (°C)

$\vartheta_{gen;out}$ е температурата на флуида от топлоотвеждащия топлообменник на термомомпата (°C)

$\vartheta_{gen;in}$ е температурата на източника на термомомпата (°C)

4.2 Корекционен коефициент за термомомпи, задвижвани с електричество

Въз основа на комбинацията от (3) и (6) корекционният коефициент $f_{gen;COP;ex}$ е приложим за термомомпи въздух/вода и солов разтвор или вода/вода и се изчислява съгласно формула (7).

$$f_{gen;COP;exer} = \frac{(\vartheta_{gen;out} - \Delta\vartheta_{gen;out} + 273,15)}{(\vartheta_{gen;out;ref} - \Delta\vartheta_{gen;out;ref} + 273,15)} \times \frac{(\vartheta_{gen;blr;in} - \vartheta_{gen;in})}{(\vartheta_{gen;out} - \vartheta_{gen;in})} \times \frac{(\vartheta_{gen;out;ref} - \vartheta_{gen;in;ref})}{(\vartheta_{gen;out} - \vartheta_{gen;in;ref})} \quad (7)$$

където:

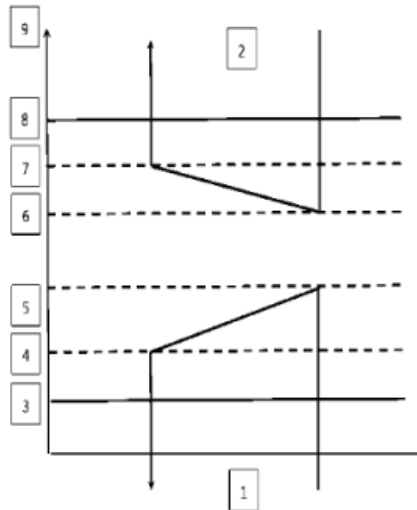
$f_{gen;COP;ex}$	е корекционен коефициент за температурното отклонение от референтната точка (-)
$\vartheta_{gen;blr;in}$	е температурата от страната на генерирането (термопомпа, топлообменник) (°C)
$\vartheta_{gen;out}$	е температурата на топлоотвеждащия топлообменник на термопомпата при исканите условия (°C)
$\vartheta_{gen;out;ref}$	е температурата на топлоотвеждащия топлообменник на термопомпата в референтната точка (°C)
$\Delta\vartheta_{gen;out}$	е температурната разлика при кондензатора при исканите условия (°C)
$\Delta\vartheta_{gen;out;ref}$	е температурната разлика при кондензатора в референтната точка (°C)
$\vartheta_{gen;in}$	е температурата на източника на термопомпата при исканите условия (-)
$\vartheta_{gen;in;ref}$	е температурата на източника на термопомпата в референтната точка (°C)

5. Корекция на COP с привеждане към интервала на работната температура

Реалният термодинамичен обратен цикъл включва хладилния агент, съответно $\theta_{HP;gen;cond;int}$ (при кондензатора) и при изпарителя ($\theta_{HP;gen;evap;int}$). Така че температурите на хладилния агент трябва да се използват като съвместими стойности, когато се изчислява COP на термопомпите. Но изчисляването на действителните температури на хладилния агент е сложно поради неговите характеристики, техническите характеристики на компресора и ефективностите на топлообменника при всяко специфично състояние.

Техническите характеристики на термопомпите обикновено се отнасят до:

- изходящата температура на флуида от кондензатора $\theta_{gen;out}$;
- входящата температура на флуида в изпарителя $\theta_{gen;in}$



Легенда

- | | |
|--|--|
| 1 местоположение на изпарителя на термопомпата | 6 температурен обхват на топлоотдаващия кондензатор на входа на изпарителя $\Delta\vartheta_{gen,out}$ |
| 2 местоположение на кондензатора на термопомпата | 7 температура на изхода на кондензатора $\vartheta_{gen,out}$ |
| 3 температура на хладилния агент при изпарителя $\vartheta_{HP;gen;evap;int}$ | 8 температура на хладилния агент при изпарителя $\vartheta_{HP;gen;cond;int}$ |
| 4 температурен обхват на източника на входа на изпарителя $\Delta\vartheta_{gen,in}$ | 9 единица на вертикалната ос ($^{\circ}\text{C}$) |
| 5 температура на топлинния източник на входа на изпарителя $\vartheta_{gen,in}$ | |

Фигура 1 - Графично обяснение на температурните разлики в изпарителя и кондензатора за термопомпи, задвижвани с електричество

Оценката на зависимостта на COP от температурите на източника и на топлоотдаването е правилна само ако масовата скорост съответства на масовия дебит, използван по време на стандартното изпитване, защото в противен случай в кондензатора на термопомпата съществуват различни температурни условия. Поради това трябва да се вземе предвид температурния интервал на термопомпата, основан на масовия дебит, определен от проекта на подсистемата за излъчване.

Температурният интервал и масовият дебит са свързани с уравнението

$$\Delta\vartheta_{H;cond;\Delta\vartheta;in;out} = \frac{Q_{H;gen;out}}{C_{p;w} \times \Delta m / t_{ci}} \quad (8)$$

където:

$\Delta\vartheta_{H;cond;\Delta\vartheta;in;out}$ е температурният интервал при кондензатора, К

$\Delta m / t_{ci}$ е масата на топлоносителя на кондензатора по време на стъпка t_{ci} (kg.h^{-1})

$Q_{H;gen;out}$ е топлинната мощност на термopомпата (kWh)

$C_{p;w}$ е специфичният топлинен капацитет на водата ($\text{kWh.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$)

За термopомпи, задвижвани с електричество, температурният интервал се определя в стандартите за изпитване EN 14825 и серията стандарти EN 14511 в стандартна номинална точка за оценка. (5К за термopомпи въздух/вода и вода/вода или солов разтвор/вода). По температурния интервал се определя масовият дебит за изпитването и се прилага за всички точки на изпитване. По този начин, температурният интервал по време на изпитването за различните работни точки може да се определи съгласно формула (8). Температурният интервал при експлоатация може да се определи от масовия поток при експлоатация, който се оценява при проектните външни условия.

Когато температурният интервал при изпитване и експлоатация се различава, средната температура в кондензатора по време на експлоатация е различна от тази по време на изпитването и поради това стойностите на COP трябва да се коригират. Корекцията се получава от формули 2 и 3 съгласно формула 9.

$$COP_{gen;\vartheta in;\vartheta out;\Delta\vartheta}(t) = f_{COP;\vartheta in;\vartheta out;\Delta\vartheta} \times COP_{gen;ref} \quad (9)$$

където:

$$f_{HP;COP;\vartheta in;\vartheta out;\Delta\vartheta} = \left[1 - \frac{(\Delta\vartheta_{gen;out;ref} - \Delta\vartheta_{gen;out}(t))}{2} \right] \left[\frac{1}{\vartheta_{gen;out}(t) + 273,15 - \frac{\Delta\vartheta_{ref}}{2} + \Delta\vartheta_{HP;gen;cond;int} - (\vartheta_{gen;in}(t) + 273,15 - \Delta\vartheta_{HP;gen;evap;int}(t))} \right]$$

$f_{HP;COP;\vartheta in;\vartheta out;\Delta\vartheta}$ е коефициент за привеждане на COP към различни условия на температурите на входа и изхода от термopомпата (-)

$COP_{gen;\Delta\vartheta}(t)$ е COP, коригиран за различни температурни интервали при изпитване и при експлоатация (-)

$COP_{gen;\Delta\vartheta}$	е COP, получен от стандартното изпитване (т.е. в съответствие със серията стандарти EN 14511)
$\Delta\vartheta_{ref}$	е температурният интервал от страната на кондензатора при стандартни условия на изпитване (K)
$\Delta\vartheta_{gen;out}(t)$	е температурният интервал от страната на кондензатора при експлоатация, който се дължи на вида на подсистемата за отдаване на топлината (K)
$\vartheta_{gen;out}(t)$	е температурата на изхода на кондензатора (разлика в температурата) (K)
$\Delta\vartheta_{HP;gen;cond;int}(t)$	е средната температурна разлика между температурата на топлоносителя и температурата на хладилния агент в кондензатора (K)
$\vartheta_{gen;in}(t)$	е температурата на входа на изпарителя (температура на източника) (K)
$\Delta\vartheta_{HP;gen;evap;int}$	е средната температурна разлика между температурата на топлоносителя и температурата на хладилния агент в изпарителя (K)

Средната температурна разлика в кондензатора и изпарителя между температурата на топлоносителя и температурата на хладилния агент е дадена в таблица 1. Трябва да се гарантира обаче, че минималната температурна разлика между температурата на топлоносителя и температурата на хладилния агент се запазва.

Забележка: Корекционният коефициент може да бъде представен в таблица в зависимост от температурните интервали при изпитване и при експлоатация, както следва:

Температурни разлики между средната температура на хладилния флуид и референтната температура на вторичния флуид

Режим на работа	Вид на вторичния флуид	Хладилен флуид - температурна разлика на вторичния флуид [K]	
		Вътрешна страна ($\Delta\theta_{Rf-Sf;int}$)	Външна страна ($\Delta\theta_{Rf-Sf;ext}$)
Отопление	Въздух	+5	-15
	Вода	+5	-10

6. Форма за резултати от изпитване в съответствие с БДС EN 14825

От продуктовата информация на производителите се извличат следните входни данни за студен, среден и топъл климат за различни набори от обявените изходни температури 35 °C, 45 °C и 55 °C, в зависимост от вида на термopомпата (изходяща температура 55 °C).

Входната температура зависи от средата (въздух, вода или солов разтвор).

Референтната стойност на температурния интервал на входа и на изхода на термопомпата са определени в БДС EN 14825.

Таблица D.2 - Входни данни, основани на резултати от изпитвания по EN 14825

Точка t	Коефициент на натоварване за различни климати			Изходяща температура COP $\vartheta_{in};\vartheta_{out};ref$			Топлинна мощност $\Phi \vartheta_{in};\vartheta_{out};ref$		
	Среден %	Топъл %	Студен %						
A	0,88		0,61						
B	0,54	1,00	0,37						
C	0,35	0,64	0,24						
D	0,15	0,29	0,11						
E	TOL		TOL						
F	ϑ_{biv}	ϑ_{biv}	ϑ_{biv}						
G			0,82						
Термин			Единица	Означение			Стойност		
Изключен термостат			kW	P_h _{to}					
В готовност			kW	P_st _{by}					
Изключен			kW	P_off					
P влошаване			kW	P_cd					
Коефициент на влошаване			-	f_cd					

7. Входни данни за изчисление на COP и мощност при условия на експлоатация

Условията на експлоатация за термопомпите се определят за всяка стъпка или бин.

Входните данни са:

- информация за проектните условия (енергия и температура);
- референтните входящи и изходящи температури, COP и топлинната мощност, използвани като референтни и получени в резултат на изпитвания в съответствие с EN 14825, са дадени в таблица 1;
- вземат се под внимание входящата, изходящата температура и топлинната мощност, съответстващи на времевата стъпка или бина.

На основата на входните данни и позоваването на цикъла на Карно, представен в приложение D на БДС EN 14852, таблица D.2, се определят междинните стойности, използвани за изчисление на COP при условия на експлоатация.

Таблица D.3 - COP и ефективност на базата на цикъла на Carnot

Референтна точка на изпитване	COP на Carnot COP_{exer}	Коефициент на натоварване $LR_{exer;XX}$	Енергийна ефективност $f_{LR,exer;XX}$
Използвана формула ^a	$\vartheta_{gen,out}(t) + 273,15 - \frac{\Delta\vartheta_{gen,out}(t)}{2}$ $\vartheta_{gen,out}(t) - \vartheta_{gen,in}(t) - \frac{(\Delta\vartheta_{gen,out}(t) - \Delta\vartheta_{gen,in}(t))}{2}$	$\frac{COP_{exer;XX}}{COP_{exer;biv}} \times$ $(\vartheta_{out;biv} + 273,15 - 0,5\Delta\vartheta_{out;biv}) / (\vartheta_{in;biv} + 273,15 + 0,5\Delta\vartheta_{in;biv})$ $(\vartheta_{out;XX} + 273,15 - 0,5\Delta\vartheta_{out;X}) / (\vartheta_{in;XX} + 273,15 + 0,5\Delta\vartheta_{in;XX})$	$\frac{COP_{ref;XX}}{COP_{exer;XX}}$
A	$COP_{exer;A}$	$LR_{exer;A}$	$f_{LR,exer;A}$
B	$COP_{exer;B}$	$LR_{exer;B}$	$f_{LR,exer;B}$
C	$COP_{exer;C}$	$LR_{exer;C}$	$f_{LR,exer;C}$
D	$COP_{exer;D}$	$LR_{exer;D}$	$f_{LR,exer;D}$
E (biv)	$COP_{exer;BIV}$	$LR_{exer;BIV}$	$f_{LR,exer;biv}$
F (TOL)	$COP_{exer;TOL}$	$LR_{exer;TOL}$	$f_{LR,exer;TOL}$
G			
Описание		Означение	Единица
			Резултати от изпитване

Изключен термостат	P_HT O	W	
В готовност	P_stby	W	
Изключено захранване	P_off	W	
Коефициент на влошаване	F_cd	-	

^a Формулите включват температурни интервали ($\Delta\theta$), които се пренебрегват в стандарта ($\Delta\theta = 0$).

8. Нормативна осигуреност на входящите данни в съответствие с приложимите мерки по прилагането съгласно чл. 15 от 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 285/10 от 31 октомври 2009 г.)

Нормативната осигуреност на висока ефективност на топло- и студоснабдяването с термopомпи като източници на топлина и/или студ, въз основа на която се извършват изчисленията за адаптиране на SCOP_{on} и SEER_{on} към местните климатични условия се базира на стойности на технически показатели, отчетени от продуктовата информация за екодизайн. Когато такава информация не е налична могат да се използват следните данни, както са дадени в:

1. таблица 8.1– за климатизатори с електрически задвижвани компресори, обхванати от Регламент (ЕС) № 206/2012 на Комисията от 6 март 2012 година за прилагане на Директива 2009/125/ЕО на Европейския парламент и на Съвета по отношение на изискванията за екопроектиране на климатизатори и вентилатори за разхлаждане

Таблица 8.1

Минимална енергийна ефективност на показателите SCOP _{on} и SEER _{on} на климатизатори с електрически задвижвани компресори с номинална охладителна мощност ≤ 12 kW (или отоплителна, ако продуктът няма функция за охлаждане)						
Условия	Климатизатори, с изключение на едноканални и двуканални климатизатори		Двуканални климатизатори		Едноканални климатизатори	
	SEER	SCOP (отоплителен сезон: средно статистически)	EER _{rated}	COP _{rated}	EER _{rated}	COP _{rated}
1	2	3	4	5	6	7
Ако ПГЗ на хладилния агент > 150 при < 6 kW	4,60	3,80	2,60	2,60	2,60	2,04
Ако ПГЗ на хладилния агент ≤ 150 при < 6 kW	4,14	3,42	2,34	2,34	2,34	1,84

Ако ПГЗ на хладилния агент > 150 при 6 ÷ 12 kW	4,30	3,80	2,60	2,60	2,60	2,04
Ако ПГЗ на хладилния агент ≤ 150 при 6 ÷ 12 kW	4,60	3,80	2,60	2,60	2,60	2,04

Забележка: ПГЗ – Потенциал за глобално затопляне на хладилния агент

2. таблица 8.2 – за генератори на топлина и/или студ, обхванати от Регламент (ЕС) 2016/2281 на Комисията от 30 ноември 2016 година за изпълнение на Директива 2009/125/ЕО на Европейския парламент и на Съвета за създаване на рамка за определяне на изискванията за екопроектиране към продукти, свързани с енергопотреблението, по отношение на изискванията за екопроектиране на въздухоотоплителни продукти, охладителни продукти, високотемпературни технологични охладители на течности и вентилаторни конвектори;

Таблица 8.2

Минималната енергийна ефективност (η_s , %) на въздухоотоплителни продукти с номинална отоплителна мощност до 1 MW включително охладителни продукти и високотемпературни технологични охладители на течности с номинална охладителна мощност до 2 MW включително		
Генератора на топлина и/или студ	Вид на генератора на топлина/студ	η_s , %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Топловъздушни агрегати	Използващи газови или течни горива	84 %
	Използващи електроенергия	33 %
Климатични водоохладители (водоохлаждащи агрегати)*	Въздух-вода, $P_{rated,c} < 200 \text{ kW}$	209 %
	Въздух-вода, $P_{rated,c} \geq 200 \text{ kW}$	225 %

	Вода/солов разтвор-вода, $P_{\text{rated,c}} < 200 \text{ kW}$	272 %
	Вода/солов разтвор-вода, $P_{\text{rated,c}} \geq 200 \text{ kW}$	352 %
Климатизатори	Електрически климатизатори въздух-въздух	257 %
Термопомпи	Електрически термопомпи въздух-въздух	177 %
Високотемпературни технологични охладители на течности	Въздушноохлаждаеми, $P_A < 200 \text{ kW}$	6,5 SEPR
	Въздушноохлаждаеми, $200 \text{ kW} \leq P_A < 400 \text{ kW}$	8,0 SEPR
	Въздушноохлаждаеми, $P_A \geq 400 \text{ kW}$	8,0 SEPR
	Водоохлаждаеми, $P_A < 200 \text{ kW}$	8,5 SEPR
	Водоохлаждаеми, $200 \text{ kW} \leq P_A < 400 \text{ kW}$	12,0 SEPR
	Водоохлаждаеми, $400 \text{ kW} \leq P_A < 1\,000 \text{ kW}$	12,5 SEPR
	Водоохлаждаеми, $P_A \geq 1\,000 \text{ kW}$	13,0 SEPR

*Забележка: При температурна разлика на водата $+35^\circ\text{C}/30^\circ\text{C}$

3. таблица 8.3 – за отоплителни термопомпени агрегати и комбинирани термопомпени агрегати за отопление и БГВ с номинална топлинна мощност $\leq 400 \text{ kW}$, които са обхванати от Регламент (ЕС) № 813/2013 на Комисията от 2 август 2013 година за прилагане на Директива 2009/125/ЕО на Европейския парламент и на Съвета по отношение на изискванията за екопроектиране на отоплителни топлоизточници и комбинирани топлоизточници:

Таблица 8.3

Минималната енергийна ефективност ($\eta_s, \%$) на отоплителни и комбинирани топлоизточници с номинална топлинна мощност $\leq 400 \text{ kW}$, включително на такива, включени в комплекти от отоплителен топлоизточник, регулатор на температурата и слънчево съоръжение или в комплекти от комбиниран топлоизточник, регулатор на температурата и слънчево съоръжение, както е определено в член 2 от Делегиран регламент (ЕС) № 811/2013 на Комисията	
Генератор на топлина	Сезонна енергийна ефективност, $\eta_s, \%$
<i>1</i>	<i>2</i>
Отоплителни термopомпени агрегати и комбинирани термopомпени агрегати за отопление и БГВ, с изключение на термopомпите за нискотемпературни приложения (за температурна разлика на водата $+55^\circ\text{C}/ 47^\circ\text{C}$)	110 %
Термopомпи за нискотемпературни приложения (за температурна разлика на водата $+35^\circ\text{C}/ 30^\circ\text{C}$)	125 %

Таблица 8.4

Климатична зона	Отоплителен период	Месеци	Брой изчислителни дни в месеца	Средна температура $\frac{\sum(\text{Ден} \cdot \text{Градус})}{\sum \text{отоплителен период}}$	Средна влажност $\frac{\sum(\text{Ден} \cdot \text{Влажност})}{\sum \text{отоплителен период}}$
Северно Черноморие	Начало: 21 октомври Край: 20 април	X	10	5,7	76
		XI	30		
		XII	31		
		I	31		
		II	28		
		III	31		
		IV	20		
Добруджа	Начало: 21 октомври Край: 25 април	X	10	3,9	77
		XI	30		
		XII	31		
		I	31		

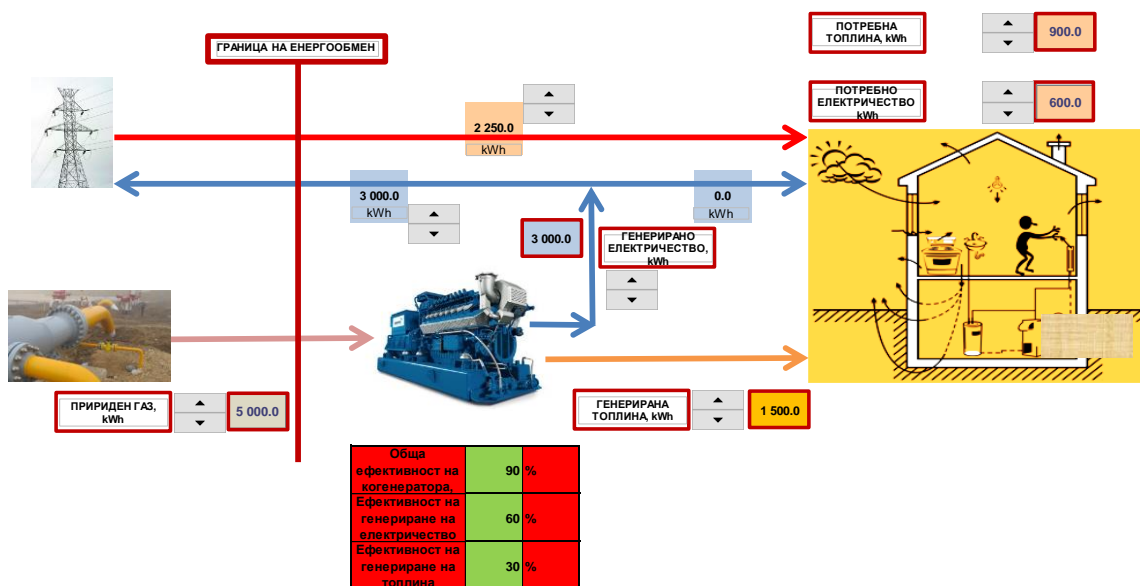
		II	28		
		III	31		
		IV	25		
Северна България - поречие на р.Дунав	Начало: 23 октомври Край: 15 април	X	8	4,1	78
		XI	30		
		XII	31		
		I	31		
		II	28		
		III	31		
		IV	15		
Северна България - централна част	Начало: 16 октомври Край: 23 април	X	15	4,7	77
		XI	30		
		XII	31		
		I	31		
		II	28		
		III	31		
		IV	23		
Южно Черноморие	Начало: 25 октомври Край: 19 април	X	6	5,9	76
		XI	30		
		XII	31		
		I	31		
		II	28		
		III	31		
		IV	19		
Южно България - централна част	Начало: 24 октомври Край: 6 април	X	7	4,4	77
		XI	30		
		XII	31		
		I	31		
		II	28		
		III	31		
		IV	6		
София и Подбалканската долина	Начало: 15 октомври Край: 23 април	X	16	3,8	77
		XI	30		
		XII	31		
		I	31		
		II	28		
		III	31		
		IV	23		
Южна България	Начало: 28 октомври Край: 6 април	X	3	4,6	76
		XI	30		
		XII	31		
		I	31		

		II	28		
		III	31		
		IV	6		
Югозападна България	Начало: 28 октомври Край: 5 април	X	3	5,8	76
		XI	30		
		XII	31		
		I	31		
		II	28		
		III	31		
		IV	5		

Част девета

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕНЕРГИЙНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДА ПРИ НАЛИЧИЕ НА КОМБИНИРАНО ПРОИЗВОДСТВО НА ЕНЕРГИЯ И ИЗНАСЯНЕ НА ЕНЕРГИЯ

1. Общи енергийни характеристики



Фиг.1 Схема на сграда с числени стойности на отделните параметри (пример)

1.1 Претеглен общ енергиен баланс

Претеглените общи енергийни характеристики E_{we} на оценявания обект-сградата представляват баланса при границата на оценяване на:

- а) претеглената подавана енергия, изисквана за удовлетворяване на енергийните потребности на разглежданите приложения и за генериране на изнасяната енергия $E_{we,del}$;

б) претеглената изнасяна енергия $E_{we;exp}$.

Претеглената подавана и претеглената изнасяна енергия са базирани на факторите на претегляне за всеки енергиен носител.

Претеглените общи енергийни характеристики E_{we} се изчисляват чрез формула (1):

$$E_{we} = E_{we;del;an} - E_{we;exp;an} \quad (1)$$

където:

$E_{we;del;an}$ е претеглената годишна подавана енергия, при отчитане само на енергийните носители от периметрите (на източниците), определени съгласно БДС EN 52000-1- Параметрите по подразбиране са дадени в таблица В.23 на същия стандарт.

$E_{we;exp;an}$ е претеглената годишна изнасяна енергия за енергиен носител i , включително енергията, изнасяна за функции на сградното място, които не са включени в енергийните характеристики.

Претеглените енергийни характеристики може да се изчислят посредством следните видове претегляне:

- първична енергия, която може да бъде невъзобновяема (E_{Pnren}), възобновяема (E_{Pren}) и обща (E_{Ptot}),
- емисии на парникови газове,
- допълнителни фактори на претегляне,
- разходи.

Забележка 1: Това означава, че претегленото количество E_{we} не е непременно енергия: то може да бъде разход, количество отделена топлина, количество емисия на парников газ.

За осигуряване на зависими от времето фактори на претегляне, претеглянето трябва да се извършва във всеки изчислителен интервал.

$E_{we;del;an}$ се получава по формула (2):

$$E_{we;del;an} = E_{we;del;nexp;an} + E_{we;del;el;an} \quad (2)$$

където:

$E_{we;del;nexp;an}$ е претеглената годишна подавана енергия за всички енергийни носители без изнасяната енергия

$E_{we;del;el;an}$ е претеглената годишна подавана електроенергия, изчислена

Забележка 2: Ако енергийният носител не се изнася, то $E_{we;del;nexp;an} = 0$. (3)

2. Фактори на първичната енергия

За енергията, изнасяна, повторно подавана или изнасяна към функции на сградното

място, които не са включени в енергийните характеристики, са възможни различни стойности за факторите на първичната енергия. Подаваната енергия и свързаният с нея фактор на първичната енергия могат да се изразят въз основа на брутни и нетни калорични стойности.

Изборът на нетна и брутна калорична стойност трябва да бъде основан на оценяването на енергийните характеристики на (под)системи до факторите на първичната енергия включително, без нетните и брутните стойности да се смесват.

Факторът на първичната енергия на базата на подаваната и изнасяната енергия може да бъде различен, включително за всеки енергиен носител.

За всеки подаван или изнасян енергиен поток или енергиен носител са налични три фактора на първичната енергия съгласно фигура 2 от част трета на методиката от приложение № 1 към наредбата.

Енергийните характеристики на сградата, когато са изразени като първична енергия, са базирани на факторите на общата или невъзобновяемата първична енергия.

При изразяване на първичната потребна енергия трябва да се укаже дали това е обща първична енергия, невъзобновяема първична енергия или възобновяема първична енергия.

3. Фактори на емисиите на парникови газове

Факторите на емисиите на парникови газове трябва да се изразяват в kg на CO₂ еквивалент на kWh и могат да включват и еквивалентните емисии на други парникови газове, като метан, водни пари и т.н. Факторите за преобразуване трябва да съответстват на избора на брутна калорична стойност или нетна калорична стойност.

Те трябва да включват всички еквивалентни емисии на CO₂, свързани с подаваната енергия, потребявана от сградата.

4. Допълнителни фактори на претегляне

За поощряване или санкциониране на някои енергийни носители могат да се използват и други фактори.

5. Фактори на разходите

Факторите на претегляне на разходите и трябва да се изразяват във валутна единица за kWh.

В случай на горива, факторите на преобразуване трябва да съответстват на избора на брутна калорична стойност или нетна калорична стойност.

6. Фактори на претегляне на изнасяната енергия

6.1 Общи положения

Има два допълващи се вида фактори на претегляне за изнасяната енергия. Те са базирани на оценката на:

- ресурсите, използвани за генериране на носител на изнасяна енергия, които се използват за оценката на “Етап А” ($f_{Pren;exp;stepA,i}$) съгласно 9.6.6.2 от цитирания стандарт;
- ресурсите, избягвани от външната мрежа, поради изнасянето на енергиен носител, които се използват за оценката на “Етап В” ($f_{Pren;exp;i}$) съгласно 9.6.6.3 от цитирания стандарт .

6.2 Етап А: Фактори на претегляне, базирани на ресурси, използвани за

генериране на изнасяна енергия

6.2.1 Общи положения

Факторите на претегляне, които са базирани на **ресурси, използвани за генериране на изнасяна енергия, могат да бъдат:**

- зависими от времето;
- за даден енергиен носител, има само един фактор на претегляне за всички местоназначения на изнасяната енергия.

Те са идентифицирани чрез индекса “stepA”.

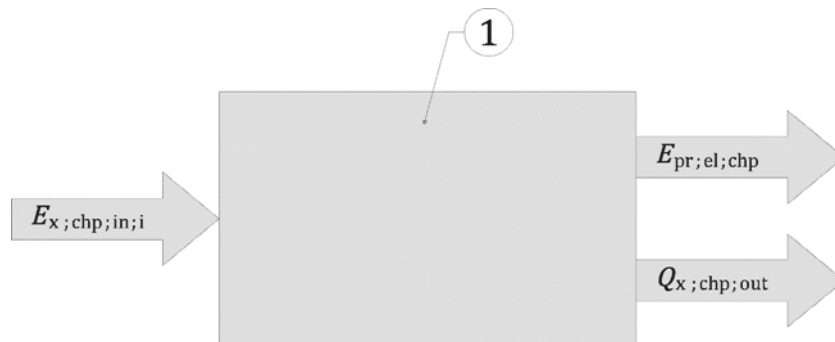
6.2.2 Фотоволтаична/вятърна електроенергия

Факторите на претегляне, които са базирани на **ресурси, използвани за генериране на изнасяна фотоволтаична и вятърна електроенергия** $f_{we;exp;el;stepA;PV}$ и $f_{we;exp;el;stepA;wind}$, са същите, както факторите на претегляне за съответната подавана енергия.

Например: При PV електроенергия, факторът на преобразуване на възобновяемата първична енергия на Етап А, $f_{Pren;exp;el;stepA;pv}$ е равен на $f_{Pren;del;el;pv}$.

6.2.3 Когенерирана електроенергия

Факторът на претегляне, който е базиран на **ресурси, използвани за генериране на изнасяна когенерирана електроенергия, се изчислява съобразно подаваната енергия на входа на когенератора, при използване на метода на разпределение, който се използва и за топлината, генерирана заедно с електроенергията, виж фигура 3.**



Легенда

1 когенерация

$E_{X;chp;in;i}$ енергиен носител cr на входа на системата за когенерация i , за сградна услуга X

$E_{pr;el;chp}$ електроенергия, генерирана от системата за когенерация

$Q_{X;chp;out}$ топлина, генерирана от системата за когенерация

Фигура 3 — Входящ и изходящ енергиен поток на система за когенерация

Когато система за когенерация генерира топлина $Q_{X;chp;out}$ и електроенергия $E_{pr;el;chp}$, факторът на първичната енергия от етап А $f_{we;exp;el;stepA;i}$ за когенерираната електроенергия в изчислителния интервал t се получава по формула (4):

$$f_{we;exp;el;stepA;chp;t} = \frac{E_{we;in;el;t}}{E_{pr;el;chp;t}} \quad (4)$$

където:

$E_{pr;el;chp;t}$ е електроенергията, генерирана в изчислителния интервал t .

Фракциите на претеглената енергия на входа, разпределена към изходите, $E_{we;in;el;t}$ и $E_{we;in;Q,t}$, се получават по формули (5) и (6):

$$E_{we;in;el;t} = E_{we;in;t} \cdot a_{W,t} \quad (5)$$

и

$$E_{we;in;Q,t} = E_{we;in;t} \cdot a_{Q,t} \quad (6)$$

където:

$a_{W,t}$ и $a_{Q,t}$ са определените фактори на разпределение на когенерираната електроенергия и топлина в изчислителен интервал t .

$E_{we;in;t}$ е сумата от претегления енергиен носител на входа $E_{X;gen;in;cr,i,t}$ на системата за когенерация в изчислителния интервал t , получен по формула (7):

$$E_{we;in;t} = \sum_i E_{X;chp;in;cr,i,t} \cdot f_{we;del;cr,i,t} \quad (7)$$

Забележка 1: Допълнителната енергия за когенератора се приспада от генерираната електроенергия (например, отчита се нетната генерирана електроенергия).

Това трябва да се прави поотделно (например, независимо) за всеки критерий за претегляне (например, за възобновяема и невъзобновяема първична енергия) при едни и същи фактори на разпределение.

Забележка 2: Тази процедура може да се използва и в случай на изнасяне на топлина.

6.2.4 Много системи за генериране на място, осигуряващи изнасяна енергия

В случай на много системи за генериране на място, средният фактор на претегляне от етап А $f_{we;el;stepA}$ за електроенергията се получава по формула (8):

$$f_{we;el;stepA,t} = \frac{\sum_i (f_{we;exp;el;stepA;pr,i,t} \cdot E_{exp;el;pr,i,t})}{\sum_i E_{exp;el;pr,i,t}} \quad (8)$$

където:

$E_{exp;el;pr,i}$ е количеството електроенергия, генерирана от система за генериране i , която се изнася;

$f_{we;exp;el;-}$ е факторът на преобразуване на етап А за електроенергията, генерирана от системата за генериране i , съгласно т. 9.6.6.2.2 и т. 9.6.6.2.3 от БДС EN ISO 52000-1.

Изнасяното количество енергия, генерирано от всеки енергиен генератор i $E_{exp;el;pr,i}$ се определя:

- с приоритет;
- или без приоритет;

съгласно следващата процедура.

При установен ред на приоритет се спазва следващата процедура.

а) задава се количеството генерирана енергия, която може да се използва $E_{EPus;el;left;t,1}$, по формула (9):

$$E_{EPus;el;left;t,1} = E_{EPus;el;t} \quad (9)$$

б) започва се с ниво на приоритет $i = 1$ и се изпълнява за всяко ниво на приоритет до последното:

1) взема се енергията, генерирана от генератора с ниво на приоритет i във времеви интервал t $E_{pr;el;lvl,i,t}$

2) изчислява се максималната използваема енергия за генератора с ниво на приоритет i $E_{pr;el;lvl,i;usmax;t}$ съгласно формула (10):

$$E_{pr;el;lvl,i;usmax;t} = \min(E_{pr;el;lvl,i;used;t}; E_{EPus;el;left;t,i}) \quad (10)$$

3) изчислява се количеството генерирана енергия, която може да се използва на ниво на приоритет $i+1$ $E_{EPus;el;left;t,i+1}$ съгласно формула (11):

$$E_{EPus;el;left;t,i+1} = E_{EPus;el;left;t,i} - E_{pr;el;lvl,i;usmax;t} \quad (11)$$

4) изчислява се действителната потребна енергия за генератора с ниво на приоритет i $E_{pr;el;lvl,i;used;t}$ съгласно формула (12):

$$E_{pr;el;lvl,i;used;t} = E_{pr;el;lvl,i;usmax;t} \cdot f_{match;t} \quad (12)$$

- 5) изчислява се изнасяната енергия за генератора с ниво на приоритет i $E_{\text{exp};\text{el};\text{pr};i;t}$ съгласно формула (13):

$$E_{\text{exp};\text{el};\text{pr};i;t} = E_{\text{pr};\text{el};\text{lvl};i;t} - E_{\text{pr};\text{el};\text{lvl};i;\text{used};t} \quad (13)$$

Без зададен приоритет (без идентификатор на приоритет = “NONE” на когенератора) процедурата се изпълнява за всеки вид генерирана електроенергия i :

- a) изчислява се фракцията $f_{\text{pr};\text{el};i}$ на генерираната електроенергия от вид i съгласно формула (14):

$$f_{\text{pr};\text{el};i} = \frac{E_{\text{pr};\text{el};i}}{\sum_k E_{\text{pr};\text{el};k}} \quad (14)$$

- b) изчислява се действителната потребна енергия за генерираната електроенергия от вид i $E_{\text{pr};\text{el};i;\text{used};t}$ съгласно формула (15):

$$E_{\text{pr};\text{el};i;\text{used};t} = E_{\text{pr};\text{el};\text{used};\text{EPus};t} \cdot f_{\text{pr};\text{el};i} \quad (15)$$

- c) изчислява се изнасяната енергия за генератора с ниво на приоритет i $E_{\text{exp};\text{el};\text{pr};i;t}$ съгласно формула (16):

$$E_{\text{exp};\text{el};\text{pr};i;t} = E_{\text{pr};\text{el};i;t} - E_{\text{pr};\text{el};i;\text{used};t} \quad (16)$$

6.3 Етап В: Фактори на претегляне, базирани на ресурси, избягвани от външната мрежа, поради изнасяната енергия

Факторите, базирани на ресурси, избягвани от външната мрежа, поради изнасяната енергия, могат да зависят от времето. За разлика от етап А, факторите на претегляне на етап В не се идентифицират чрез специален индекс.

Пример: В случай на електроенергия, факторът на преобразуване на възобновяемата първична енергия на етап В е $f_{\text{Pren};\text{exp};\text{el}}$ (възобновяемата част на ресурсите, избягвани за енергия за външна мрежа). Специален индекс не е даден, тъй като се определя крайният резултат, докато етап А е междинен етап.

Факторите на претегляне на етап В трябва да се указват във формата, даден в таблица А.16 в стандарта. Информативните стойности по подразбиране са дадени в таблица В.16 в същия стандарт.

6.4 Енергийни потоци

Трябва да се идентифицират енергийните потоци, които трябва да се отчетат при изчислението на баланса на енергийните характеристики.

6.5 Дял на възобновяемата енергия

Коефициентът на възобновяемата енергия RER се получава по формула (17):

$$RER = \frac{E_{Pren;RER}}{E_{Ptot}} \quad (17)$$

където:

E_{Ptot} е общата първична енергия, изчислена по формула (2) при използване на факторите за преобразуване на общата първична енергия $f_{Ptot;del;cr,i}$ и $f_{Ptot;exp;cr,i}$, при отчитане на периметрите. В стандарта таблица А.24 дава шаблон за определяне на периметрите за RER, като информативните стойности по подразбиране са дадени в таблица В.24 в същия стандарт;

$E_{Pren;RER}$ е възобновяемата първична енергия, изчислена по формула (2), при отчитане на периметрите. Таблица А.24 дава шаблон за определяне на периметрите за RER, като информативните стойности по подразбиране са дадени в таблица В.24.

RER зависи от избрания периметър. За да могат да се сравняват различните изчислени стойности на RER, избраният периметър трябва да бъде указан чрез индекс (например, RER_{onst} , RER_{nrby} , RER_{dist}).

Процедурите за енергията от възобновяем енергиен източник, свързани с различни технологии (топлинни слънчеви системи, термopомпи и т.н.), са дадени в ЕРВ стандартите за съответните подсистеми.

7. Показатели на енергийните характеристики за техническите системи на сградата

За осигуряване на прозрачност и оптимизиране на потребната енергия за техническите системи на сградата могат да бъдат зададени частични показатели на енергийните характеристики за техническите системи на сградата.

За оптимизиране на потребната енергия за техническите системи на сградата могат да бъдат определени изисквания към енергийните характеристики.

Показателите на енергийните характеристики трябва да покриват като минимум следните услуги, ако те са част от комбинацията от енергийни услуги:

- системи за отопление;
- системи за битова топла вода;

- системи за климатизация на въздуха;
- системи за охлаждане;
- системи за вентилация;
- системи за осветление;
- системи за сградна автоматизация и контрол;
- или комбинация от тези системи.

За всяка от тези системи (например, система за отопление) или подсистеми (например, генериране на топлина, разпределение на топлина), показателите за характеристиките на системите се изчисляват в стандартите за съответната система или подсистема в ЕРВ модули М3 до М10.

8. Методи за изчисление на показателите на енергийните характеристики за всяка част на сграда и/или услуга

Съществуват два метода на процедурата за подробно изчисление на показателите на енергийните характеристики за всяка част от сграда и/или услуга. Двата метода са напълно еквивалентни, но изискват различни изчислителни ресурси и само единият може да се използва за измерени енергийни характеристики.

Конвенционалният метод за отчитане започва с нуждите, продължава с изчисленията на енергията и стига до претеглената енергия. За всяка част от услуга или част от сградата, която трябва да се оценява индивидуално, се правят отделни изчисления. Този метод може да се използва само за изчислените енергийни характеристики, но не и за измерените енергийни характеристики.

Методът за обратно изчисление започва с претеглената енергия и изчислението и след това преминава към нуждите. Той се прилага след завършване на изчислението на общите енергийни характеристики. След това се изчислява каква част от тези общи енергийни характеристики може да бъде разпределена към дадена част от сградата и/или услуга. Този метод може да се използва за измерените енергийни характеристики.

И двата метода се прилагат съгласно приложение Е на БДС EN ISO 52000-1.

Скала на класовете на енергопотребление за видовете категории сгради
Скалата на класовете на енергопотребление за видовете категории сгради е, както следва:

1. Жилищни сгради

а) *многофамилни жилищни сгради (жилищни блокове)

* Скалата за многофамилни жилищни сгради се прилага и за общежития.








Клас	EP_{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP_{max} kWh/m ²	МНОГОФАМИЛНИ ЖИЛИЩНИ СГРАДИ
A	Не се дефинира	$EP <$	90	
B	90	$\leq EP <$	180	
C	180	$\leq EP <$	235	
D	235	$\leq EP <$	290	
E	290	$\leq EP <$	363	
F	363	$\leq EP <$	435	
G	435	$\leq EP$	Не се дефинира	

б) еднофамилни жилищни сгради (еднофамилни къщи)

Клас	EP_{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP_{max} kWh/m ²	ЕДНОФАМИЛНИ ЖИЛИЩНИ СГРАДИ
A	Не се дефинира	$EP <$	83	
B	83	$\leq EP <$	166	
C	166	$\leq EP <$	203	
D	203	$\leq EP <$	240	
E	240	$\leq EP <$	300	
F	300	$\leq EP <$	360	
G	360	$\leq EP$	Не се дефинира	








2. Сгради за обществено обслужване:

а) административни сгради (офиси)




Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	АДМИНИСТРАТИВНИ СГРАДИ
A	Не се дефинира	EP <	134	
B	134	≤ EP <	268	
C	268	≤ EP <	329	
D	329	≤ EP <	390	
E	390	≤ EP <	488	
F	488	≤ EP <	585	
G	585	≤ EP	Не се дефинира	

б) сгради за образование и наука

б.1) училища

Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	УЧИЛИЩА
A	Не се дефинира	EP <	35	
B	35	≤ EP <	70	
C	70	≤ EP <	110	
D	110	≤ EP <	150	
E	150	≤ EP <	188	
F	188	≤ EP <	225	
G	225	≤ EP	Не се дефинира	








б.2) университети

Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	УНИВЕРСИТЕТИ
A	Не се дефинира	EP <	85	
B	85	≤ EP <	170	
C	170	≤ EP <	215	
D	215	≤ EP <	260	
E	260	≤ EP <	325	
F	325	≤ EP <	390	
G	390	≤ EP	Не се дефинира	








б.3) детски градини и детски ясли

Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	ДЕТСКИ ГРАДИНИ И ДЕТСКИ ЯСЛИ
A	Не се дефинира	EP <	60	
B	60	≤ EP <	120	
C	120	≤ EP <	190	
D	190	≤ EP <	260	
E	260	≤ EP <	325	
F	325	≤ EP <	390	
G	390	≤ EP	Не се дефинира	








в) сгради в областта на здравеопазването: лечебни заведения за болнична помощ (всички видове болници), лечебни заведения за извънболнична помощ, медицински центрове

Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	СГРАДИ ЗА ЗДРАВЕОПАЗВАНЕ
A	Не се дефинира	EP <	135	
B	135	≤ EP <	270	
C	270	≤ EP <	355	
D	355	≤ EP <	440	
E	440	≤ EP <	550	
F	550	≤ EP <	660	
G	660	≤ EP	Не се дефинира	








г) сгради в областта на хотелиерството, ресторантьорството и общественото хранене

Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	ХОТЕЛИ И РЕСТОРАНТИ
A	Не се дефинира	EP <	165	
B	165	≤ EP <	330	
C	330	≤ EP <	385	
D	385	≤ EP <	440	
E	440	≤ EP <	550	
F	550	≤ EP <	660	
G	660	≤ EP	Не се дефинира	








д) сгради в областта на търговията (сгради за търговски услуги на едро и дребно)

Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	СГРАДИ ЗА ТЪРГОВИЯ
A	Не се дефинира	EP <	275	
B	275	≤ EP <	550	
C	550	≤ EP <	600	
D	600	≤ EP <	650	
E	650	≤ EP <	813	
F	813	≤ EP <	975	
G	975	≤ EP	Не се дефинира	

е) сгради за спорт

Клас	EP _{min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP _{max} kWh/m ²	СГРАДИ ЗА СПОРТ
A	Не се дефинира	EP <	175	
B	175	≤ EP <	350	
C	350	≤ EP <	400	
D	400	≤ EP <	450	
E	450	≤ EP <	563	
F	563	≤ EP <	675	
G	675	≤ EP	Не се дефинира	

ж) сгради в областта на културата и изкуствата

Клас	EP_{\min} kWh/m ²	EP kWh/m ²	EP_{\max} kWh/m ²	СГРАДИ ЗА КУЛТУРА И ИЗКУСТВО
A	Не се дефинира	$EP <$	110	
B	110	$\leq EP <$	220	
C	220	$\leq EP <$	270	
D	270	$\leq EP <$	320	
E	320	$\leq EP <$	400	
F	400	$\leq EP <$	480	
G	480	$\leq EP$	Не се дефинира	

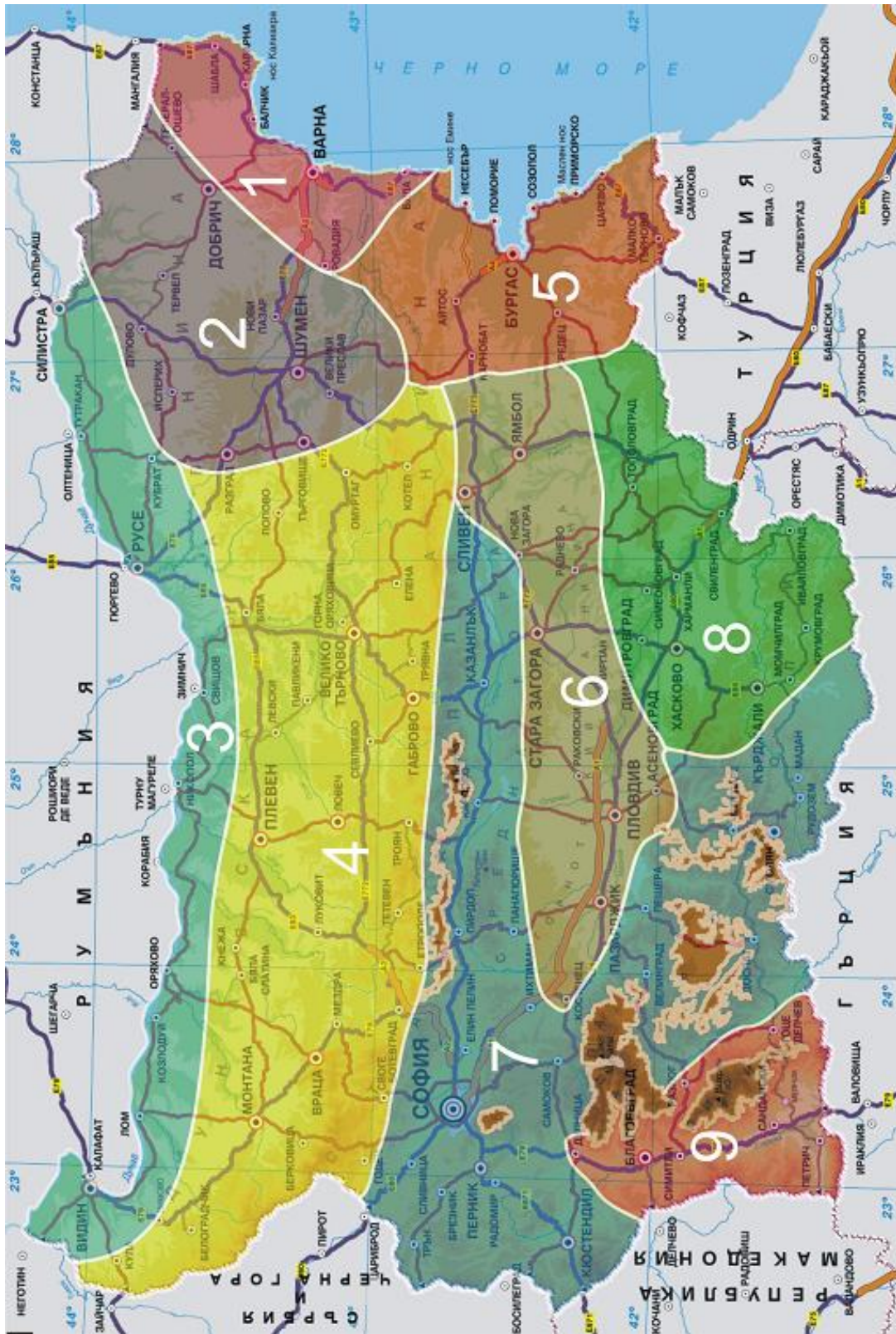


Таблица 1

Данни за продължителността на отоплителния период и за денградусите (DD) по населени места

№ по ред	Населено място	Брой отоплителни дни (t_{HP}) при:	DD при:	Брой отоплителни дни (t_{HP}) при:	DD при:
		$\theta_e \leq 12^{\circ}\text{C}$ $\theta_{i,H} = 19^{\circ}\text{C}$		$\theta_e \leq 12^{\circ}\text{C}$ $\theta_{i,H} = 17^{\circ}\text{C}$	
1	2	3	4	5	6
1.	Айтос	175	2400	175	2030
2.	Ардино	180	2500	180	2140
3.	Асеновград	170	2400	167	2060
4.	Балчик	180	2400	180	2040
5.	Белоградчик	195	3000	195	2610
6.	Берковица	195	3000	195	2610
7.	Благоевград	170	2400	170	2060
8.	Бойчиновци	180	2800	180	2440
9.	Ботевград	190	2800	190	2420
10.	Брезник	210	3200	210	2780
11.	Бургас	170	2300	170	1960
12.	Бяла	175	2700	175	2350
13.	Бяла Слатина	175	3000	175	2650
14.	Варна	180	2400	180	2040
15.	Велинград	200	3300	200	2860
16.	Видин	185	2800	185	2430
17.	Враца	180	2700	180	2340
18.	Габрово	190	2800	190	2420
19.	Генерал Тошево	190	2800	190	2420
20.	Годеч	200	3100	200	2700
21.	Горна Оряховица	180	2700	180	2340
22.	Гоце Делчев	180	2600	180	2240
23.	Горни Чифлик	185	2500	185	2130
24.	Грудово	175	2400	175	2050
25.	Девин	210	3000	210	2580
26.	Димитровград	175	2400	175	2050
27.	Добрич	190	2800	190	2420
28.	Дряново	185	2700	185	2330

29.	Дулово	190	2800	190	2420
30.	Дупница	190	2700	190	2320
31.	Елена	190	2800	190	2420
32.	Елен Пелин	195	2900	195	2510
33.	Елхово	175	2400	175	2050
34.	Златарица	185	2800	185	2430
35.	Ивайловград	170	2300	170	1960
36.	Исперих	190	2800	190	2420
37.	Ихтиман	195	3400	195	3010
38.	Казанлък	190	2800	190	2420
39.	Карлово	180	2600	180	2240
40.	Карнобат	175	2400	175	2050
41.	Кнежа	190	3000	190	2620
42.	Копривщица	250	4000	250	3500
43.	Котел	190	2800	190	2420
44.	Крумовград	175	2400	175	2050
45.	Кубрат	185	2800	185	2430
46.	Кула	190	3000	190	2620
47.	Кърджали	175	2400	175	2050
48.	Кюстендил	190	2700	190	2320
49.	Ловеч	180	2700	180	2340
50.	Лом	180	2700	180	2340
51.	Луковит	180	2600	180	2240
52.	Мадан	210	3000	210	2580
53.	Малко Търново	170	2200	170	1860
54.	Момчилград	180	2500	180	2140
55.	Монтана	180	2800	180	2440
56.	Никопол	175	2600	175	2250
57.	Нова Загора	175	2400	175	2050
58.	Нови пазар	190	2800	190	2420
59.	Омуртаг	190	2800	190	2420
60.	Оряхово	175	2600	175	2250
61.	Павликени	180	2700	180	2340
62.	Пазарджик	175	2500	175	2150
63.	Панагюрище	195	3000	195	2610
64.	Перник	195	3000	195	2610
65.	Петрич	155	2000	155	1690
66.	Пещера	165	3000	165	2270
67.	Пирдоп	180	3100	180	2740
68.	Плевен	180	2700	180	2340
69.	Пловдив	175	2500	175	2150
70.	Поморие	170	2300	170	1960
71.	Попово	185	2800	185	2430

72.	Преслав	190	2800	190	2420
73.	Провадия	180	2600	180	2240
74.	Първомай	180	2600	180	2240
75.	Радомир	185	3000	185	2630
76.	Разград	190	2800	190	2420
77.	Разлог	220	3300	220	2860
78.	Русе	175	2600	175	2250
79.	Самоков	220	3300	220	2860
80.	Сандански	160	2100	160	1780
81.	Свиленград	165	2200	165	1870
82.	Свищов	175	2600	175	2250
83.	Своге	195	3000	195	2610
84.	Севлиево	185	2800	185	2430
85.	Силистра	180	2700	180	2340
86.	Сливен	175	2400	175	2050
87.	Сливница	200	3100	200	2700
88.	Смолян	240	3600	240	3120
89.	София	190	2900	190	2520
90.	Созопол	160	2100	160	2780
91.	Стара Загора	170	2300	170	1960
92.	Тервел	190	2800	190	2420
93.	Тетевен	195	3000	195	2610
94.	Тополовград	170	2400	170	2600
95.	Троян	195	3000	195	2610
96.	Трън	220	3500	220	3060
97.	Трявна	190	2800	190	2420
98.	Тутракан	180	2700	180	2340
99.	Търговище	190	2800	190	2420
100.	Велико Търново	180	2600	180	2240
101.	Харманли	170	2300	170	1960
102.	Хасково	175	2300	175	1950
103.	Хисаря	175	2500	175	2150
104.	Царево	160	2100	160	1780
105.	Чепеларе	250	3800	250	3300
106.	Чирпан	180	2600	180	2240
107.	Шумен	190	2800	190	2420
108.	Ямбол	180	2500	180	2140

Забележки:

1. При проектиране на нова сграда, в случаите, когато в табл. 1 няма данни за съответното населено място, продължителността на отоплителния период и денградусите се определят в зависимост от климатичната зона по картата и данните в табл. 2 от това приложение.

2. Когато надморската височина на дадено населено място е по-голяма от 500 m, годишният разход на енергия се пресмята по данните за съответната климатична зона, към която принадлежи населеното място, и се умножава с отношението на денградусите за населеното място, определени по таблица 1 и денградусите от таблица 2 за климатичните данни за зоната, в която попада населеното място.

Таблица 2

Базови стойности на климатичните фактори по климатични зони

Климатична зона 1	Северно Черноморие											
	Отопнителен сезон	Начало: 21 октомври Край: 20 април				Изчислителна външна температура				-11,0 °C		
Денградуси при средна температура в сградата 19 °C						2400						
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	1,9	2,7	5,1	10,2	15,6	20,2	23,7	22,3	19,0	13,8	9,0	4,3
Средна месечна относителна влажност, %												
					78,0	74,0	70,0	70,0	73,0			
Среден интензитет на пълното слънчево греене по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	22,9	34,8	47,7	63,6	77,7	84,3	83,7	75,9	60,7	40,9	26,1	20,2
Изток	40,4	59,2	68,4	85,5	108,3	122,0	126,4	126,2	104,5	68,0	45,8	36,6
Запад	40,4	59,2	68,4	85,5	108,3	122,0	126,4	126,2	104,5	68,0	45,8	36,6
Юг	72,7	95,9	87,5	83,7	90,5	97,4	104,9	126,5	133,7	104,3	80,6	67,8
Хоризонтална повърхност	50,1	81,2	109,0	149,7	194,1	218,0	226,5	219,7	166,5	97,2	58,3	43,9

Климатична зона 2	Добруджа											
Отоплителен сезон	Начало: 21 октомври Край: 25 април				Изчислителна външна температура				-15,0 °C			
					Денградуси при средна температура в сградата 19 °C				2800			
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	0,5	0,9	4,0	9,7	14,9	18,4	21,0	20,7	15,8	11,6	6,3	0,7
Средна месечна относителна влажност, %												
					78,0	75,0	69,0	70,0	74,0			
Среден интензитет на пълното слънчево греене по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	22,9	34,8	47,7	63,6	77,7	84,3	83,7	75,9	60,7	40,9	26,1	20,2
Изток	40,4	59,2	68,4	85,5	108,3	122,0	126,4	126,2	104,5	68,0	45,8	36,6
Запад	40,4	59,2	68,4	85,5	108,3	122,0	126,4	126,2	104,5	68,0	45,8	36,6
Юг	72,7	95,9	87,5	83,7	90,5	97,4	104,9	126,5	133,7	104,3	80,6	67,8
Хоризонтална повърхност	50,1	81,2	109,0	149,7	194,1	218,0	226,5	219,7	166,5	97,2	58,3	43,9

Климатична зона 3	Северна България – поречието на р. Дунав											
Отоплителен сезон	Начало: 23 октомври Край: 15 април			Изчислителна външна температура					-17 °С			
				Денградуси при средна температура в сградата 19 °С					2600			
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °С												
	0,1	0,0	5,9	12,5	17,4	21,4	24,0	23,4	19,2	13,3	6,7	0,8
Средна месечна относителна влажност, %												
						70,0	67,5	65,0	65,5	70,0		
Среден интензитет на пълната слънчева радиация по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	21,2	33,5	46,2	62,4	76,8	83,4	82,7	74,5	58,7	38,9	24,4	18,4
Изток	36,8	56,9	67,0	84,3	106,9	120,4	124,9	125,2	104,1	66,6	42,8	32,6
Запад	36,8	56,9	67,0	84,3	106,9	120,4	124,9	125,2	104,1	66,6	42,8	32,6
Юг	66,3	93,0	87,1	83,8	90,2	96,7	104,7	127,9	136,5	104,3	75,8	60,3
Хоризонтална повърхност	45,5	77,6	105,9	147,1	191,6	215,4	223,8	217,0	164,0	93,9	54,0	39,1

Климатична зона 4	Северна България - централна част											
Отоплителен сезон	Начало: 16 октомври Край: 23 април				Изчислителна външна температура				-17 °C			
					Денградуси при средна температура в сградата 19 °C				2700			
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	-0,2	1,3	5,7	12,7	17,4	21,1	23,6	23	19,1	12,8	6,2	0,4
Средна месечна относителна влажност, %												
					69,3	69,6	64,7	63,1	67,7			
Среден интензитет на пълната слънчева радиация по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	23,0	33,7	49,0	59,8	75,4	80,9	80,4	74,2	58,0	39,0	24,7	19,7
Изток	40,6	54,9	73,7	76,5	102,0	111,8	114,3	118,0	93,9	63,6	41,5	34,9
Запад	40,6	54,9	73,7	76,5	102,0	111,8	114,3	118,0	93,9	63,6	41,5	34,9
Юг	73,0	87,2	96,1	72,4	83,9	87,9	92,6	115,2	116,2	96,4	71,8	64,0
Хоризонтална повърхност	50,6	76,5	116,5	135,0	182,9	199,0	204,7	206,8	152,0	91,7	53,7	42,3

Климатична зона 5	Южно Черноморие											
Отоплителен сезон	Начало: 25 октомври Край: 19 април				Изчислителна външна температура				-10 °C			
					Денградуси при средна температура в сградата 19 °C				2300			
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	2,2	2,9	5,7	10,9	16,0	20,6	23,4	23,1	19,7	14,5	9,4	4,6
Средна месечна относителна влажност, %												
					75,7	72,3	69,3	69,7	73,3			
Среден интензитет на пълната слънчева радиация по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	23,9	36,5	49,6	65,6	79,3	85,4	84,2	75,6	60,6	41,8	27,2	21,0
Изток	43,0	64,9	74,9	92,4	115,5	129,3	133,9	134,3	113,3	75,1	49,6	38,3
Запад	43,0	64,9	74,9	92,4	115,5	129,3	133,9	134,3	113,3	75,1	49,6	38,3
Юг	77,3	105,8	97,1	91,5	97,1	103,7	112,0	136,8	148,2	117,4	87,7	70,8
Хоризонтална повърхност	53,5	88,5	118,7	161,4	206,9	231,2	239,9	233,0	178,7	106,0	62,8	46,3

Климатична зона 6	Южна България – централна част											
Отоплителен сезон	Начало: 24 октомври Край: 6 април				Изчислителна външна температура				-15 °C			
					Денградуси при средна температура в сградата 19 °C				2400			
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	0,2	1,8	6,9	12,4	17,4	21,3	23,7	23,0	18,7	12,8	7,4	1,9
Средна месечна относителна влажност, %												
					69,3	66,3	60,7	60,0	65,7			
Среден интензитет на пълната слънчева радиация по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	27,7	38,5	53,3	68,1	78,7	86,1	83,8	76,7	61,8	44,0	29,7	23,5
Изток	58,5	71,8	84,5	97,9	111,1	130,2	126,6	130,7	111,1	78,2	56,4	47,0
Запад	58,5	71,8	84,5	97,9	111,1	130,2	126,6	130,7	111,1	78,2	56,4	47,0
Юг	109,5	118,4	111,4	97,3	91,8	103,9	103,5	129,6	142,0	121,0	100,5	88,5
Хоризонтална повърхност	69,5	96,9	132,8	171,0	199,1	232,7	226,8	228,2	177,3	111,1	70,9	55,3

Климатична зона 7	София и Подбалканската долина											
Отоплителен сезон	Начало: 15 октомври Край: 23 април				Изчислителна външна температура				-16 °C			
					Денградуси при средна температура в сградата 19 °C				2900			
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	-0,4	0,2	4,6	10,4	15,3	18,7	21,1	20,7	16,5	11,2	5,1	0,4
Средна месечна относителна влажност, %												
					69,6	68,8	63,6	61,8	67,4			
Среден интензитет на пълната слънчева радиация по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	22,9	35,0	51,1	61,6	76,4	81,8	81,3	75,3	59,9	41,2	25,1	18,5
Изток	39,4	58,5	77,7	79,7	103,9	113,4	115,9	119,4	96,7	67,5	41,0	30,6
Запад	39,4	58,5	77,7	79,7	103,9	113,4	115,9	119,4	96,7	67,5	41,0	30,6
Юг	70,1	93,5	101,4	75,7	85,4	89,2	93,7	116,0	119,2	102,4	70,1	55,0
Хоризонтална повърхност	49,6	81,0	122,6	140,6	186,2	201,9	207,5	209,6	156,8	97,5	53,7	38,1

Климатична зона 8	Южна България											
Отоплителен сезон	Начало: 28 октомври Край: 6 април				Изчислителна външна температура				-14 °C			
					Денградуси при средна температура в сградата 19 °C				2300			
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	0,6	2,4	6,9	12,4	16,4	21,0	23,8	23,5	19,4	13,6	7,9	2,8
Средна месечна относителна влажност, %												
					72,0	69,0	62,0	59,5	66,5			
Среден интензитет на пълната слънчева радиация по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	27,7	38,5	53,3	68,1	78,7	86,1	83,8	76,7	61,8	44,0	29,7	23,5
Изток	58,5	71,8	84,5	97,9	111,1	130,2	126,6	130,7	111,1	78,2	56,4	47,0
Запад	58,5	71,8	84,5	97,9	111,1	130,2	126,6	130,7	111,1	78,2	56,4	47,0
Юг	109,5	118,4	111,4	97,3	91,8	103,9	103,5	129,6	142,0	121,0	100,5	88,5
Хоризонтална повърхност	69,5	96,9	132,8	171,0	199,1	232,7	226,8	228,2	177,3	111,1	70,9	55,3

Климатична зона 9	Югозападна България											
Отоплителен сезон	Начало: 28 октомври Край: 5 април				Изчислителна външна температура				-10 °C			
					Денградуси при средна температура в сградата 19 °C				2100			
Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Брой изчислителни дни в месеца												
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Средна месечна температура, °C												
	2,2	3,9	8,1	13,4	18,1	22,1	24,6	24,6	20,8	13,8	8,7	4,0
Средна месечна относителна влажност, %												
					65,0	63,2	57,2	56,2	60,8			
Среден интензитет на пълната слънчева радиация по вертикални повърхности, W/m ²												
Север	28,6	39,3	53,6	68,6	79,4	86,0	83,7	76,0	61,5	43,9	30,3	24,6
Изток	63,1	75,8	89,3	102,7	115,3	132,9	129,7	133,9	116,8	83,1	61,1	51,8
Запад	63,1	75,8	89,3	102,7	115,3	132,9	129,7	133,9	116,8	83,1	61,1	51,8
Юг	118,8	125,5	119,2	103,0	95,5	106,1	106,1	133,3	151,0	130,6	109,9	98,5
Хоризонтална повърхност	74,4	102,1	139,4	178,8	206,6	237,6	232,4	233,6	185,1	116,8	75,8	60,5

Топлофизични характеристики на строителни продукти (материали)

Таблица 1
Топлофизични характеристики на строителни продукти (материали)

№ по ред	Строителни продукти (материали)	Плътност ρ ,	Изчислителни стойности		
			специфичен топлинен капацитет c ,	коэффициент на топлопроводност* λ ,	число на дифузионно съпротивление на водна пара μ
		kg/m ³	J/(kg.K)	W/(m.K)	
1	2	3	4	5	6
1. Естествени камъни					
1.1.	Мрамор, гранит, базалт	2800	920	3,49	67
1.2.	Пясъчник, кварц	2400	920	2,04	21
1.3.	Варовик	2000	840	1,16	12
		1700	840	0,93	10
2. Бетони					
2.1.	Стоманобетон	2500	960	1,63	90
2.2.	Обикновен бетон	2400	960	1,45	60
2.3.	Бетон с трошени тухли	2000	920	1,02	10
2.4.	Керамзитоперлитобетон	1100	1000	0,38	6
		1000	1000	0,34	5
		900	1000	0,32	4
2.5.	Керамзитобетон	1500	1000	0,58	8
		1400	1000	0,52	8
		1300	1000	0,47	7
		1200	1000	0,42	7
		1100	1000	0,37	6
		1000	1000	0,33	5
2.6.	Аглопоритбетон, сгуробетон	1500	980	0,62	8
		1400	980	0,55	8
		1300	980	0,51	7
		1200	980	0,44	7
		1100	980	0,40	6
		1000	980	0,36	5
2.7.	Перлитобетон	800	1050	0,26	2
		600	1050	0,17	2
		450	1050	0,14	2
2.8.	Пенобетон	800	1050	0,26	5

		600	1050	0,17	3
		400	1050	0,14	3
2.9.	Газобетон (автоклавен)	300	1000	0,080	5÷10
		400	1000	0,110	5÷10
		500	1000	0,135	5÷10
		600	1000	0,170	5÷10
		700	1000	0,190	5÷10
		600	1050	0,19	3
		500	1050	0,16	2
2.10.	Дървобетон	700	1450	0,23	4
	Пепелобетон	1200	960	0,47	-
		1150	960	0,35	-
		1000	840	0,33	-
		850	840	0,31	-
3. Разтвори и мазилки					
3.1.	Циментово-пясъчен разтвор	1800	1050	0,93	8
3.2.	Варо-циментопясъчен разтвор	1700	1050	0,87	7
3.3.	Варо-пясъчен разтвор	1600	1050	0,81	6
3.4.	Разтвор със сгуриен пясък	1400	1050	0,58	6
		1200	1050	0,47	5
3.5.	Варо-перлитов разтвор	550	1050	0,16	2
		350	1050	0,12	2
3.6.	Варо-пясъчна мазилка (външна)	1800	1050	0,87	5
3.7.	Варо-пясъчна мазилка (вътрешна)	1600	1050	0,70	5
3.8.	Топлоизолационни външни мазилки с гранули от пенополистирен	400 350	920 920	0,12 0,10	6 6
4. Битумни и асфалтови материали и продукти					
4.1.	Битум	1100	1050	0,17	1200
4.2.	Асфалт 20 mm	2100 1900	1050 1050	0,70 0,70	2500 2000
4.3.	Мушама битумна хидроизолационна	600	1050	0,17	100
4.4.	Мушама битумна хидроизолационна с алуминиево фолио	900	1460	0,19	100000
4.5.	Битумизиран картон	1100	1460	0,19	2000
4.6.	Асфалтобетон	2100	1050	1,05	92.59
4.7.	Битумоперлит	500 300	1050 1050	0,14 0,09	
5. Зидарии					
5.1.	Зидарии от обикновени плътни тухли на варо-пясъчен разтвор	1800	1050	0,79	7
5.2.	Зидарии от варо-пясъчни (силикатни) тухли на варов разтвор	1900	1050	0,87	7

5.3.	Зидария от кухи и решетъчни тухли на варо-пясъчен разтвор	1400	1050	0,52	-
5.4.	Зидария от диатомитови тухли на лек разтвор	900	1050	0,29	4
5.5.	Зидарии от варо-пясъчни (калциево-силикатни) тухли с тънкослоен разтвор на базата на БДС EN 1745 „Зидария и продукти за зидария. Методи за определяне на топлинни характеристики“	1200	1000	0,34	5÷10
		1300	1000	0,39	5÷10
		1400	1000	0,46	5÷10
		1500	1000	0,53	5÷10
		1600	1000	0,62	5÷10
		1700	1000	0,73	5÷10
		1800	1000	0,85	5÷10
		1900	1000	0,97	5÷10
		2000	1000	1,11	5÷10
5.6.	Зидария от камъни с правилна форма при плътност на камъка	2680 1960 1260	1050 1050 920	3,20 1,13 0,51	3 11 5
5.7.	Зидария от камъни с неправилна форма при плътност на камъка	2420 1900 1380	1050 1050 920	2,57 1,06 0,60	3 11 5
6. Насипни материали					
6.1.	Естествен пясък	1600	840	1,1 до 2,2	4
6.2.	Перлит	150	840	0,06	-
6.3.	Керамзит	500	840	0,16	1
6.4.	Аглопорит	500	840	0,19	1
6.5.	Сгурия	1000	840	0,29	1
		800	840	0,24	1
		600	840	0,20	1
		500	840	0,17	1
6.6.	Металургична (доменна) шлака	900	840	0,26	2
6.7.	Пепел от ТЕЦ	700	840	0,17	1
7. Почви					
7.1.	Скала	2700	920	3,5	
7.2.	Пясък	1800	840	2,0	
7.3.	Глина	1400	840	1,5	
8. Метални, гипсови и азбестоциментни** продукти					
8.1.	Стомана, листова	7800	460	53,5	600000
8.2.	Алуминиево фолио с дебелина:	2700	940	203	600000
	0,1				700000
	0,15				800000
	0,20				

8.3.	Медно фолио с дебелина: 0,10 0,15	9000	380	380	700000 800000
8.4.	Оловни листове	11500	130	35	-
8.5.	Цинкови листове	7100	390	110	-
8.6.	Плътни гипсови плочи	1400 1200 1000	840 840 840	0,70 0,58 0,47	12 8,5 6
8.7.	Гипсовлакнести плочи със и без отвори	800 600	840 840	0,35 0,29	1,5 1,5
8.8.	Плочи от гипсокартон с дебелина, mm: - над 15 - над 18	900 900	840 840	0,21 0,23	12 8
8.9.	Гипсоперлитови плочи	700 500	840 840	0,20 0,15	5 3
8.10.	Азбестоциментни плочи	1900	840	0,35	10
9. Дърво и продукти от него					
9.1.	Дърво: - дъб и бук (надлъжно на влакната) (напречно на влакната) - смърч, бор (надлъжно на влакната) (напречно на влакната)	от 700 до 800 от 500 до 600	от 2090 до 2510 2090	0,41 0,23 0,35 0,17	от 40 до 60 70
9.2.	Водоустойчиви плочи дървени с дървени частици или влакна	620 600 400	2090 2090 2090	0,13 0,12 0,08	60 60 30
9.3.	Водоустойчив шперплат	660 550	2090 2090	0,14	100 60
9.4.	Талашитови плоскости (изолит, хераклит и т. н.) с дебелина, mm: - над 15 - над 25 - над 35 - над 50	550 500 450 400	2010 1670 1670 1670	0,140 0,099 0,093 0,081	11 8 6 5
9.5.	Тапети: - хартиени - миещи се - пластмасови	600 700 700	1340 1340 1250	0,15 0,15 0,20	5 10 3000

9.6.	Дъски за подове	520	1670	0,140	15
9.7.	Паркет	700	1670	0,21	15
10. Ефективни топлоизолационни материали и продукти					
10. Други материали					
11.1.	Прозоречно стъкло	2500	840	0,81	10000
11.2.	Кухи стъклени блокчета	1100	840	0,44	4000
11.3.	Клинкерни плочи	1900	920	1,05	100
11.4.	Облицовъчни тухли	1800	920	0,79	20
11.5.	Фасадни плочи глазирани	1800	920	0,91	300
11.6.	Линолеум	1200	1880	0,19	500
11.7.	Гума	1000	1470	0,16	10000
11.8.	Поливинилхлоридни хомогенни плочи	1400	960	0,23	10000
11.9.	Поливинилхлоридни плочи върху кече	800	960	0,12	3000
11.10.	Полиетиленово фолио	1000	1250	0,19	80000
11.11.	Поливинилхлоридно фолио меко	1200	960	0,19	42000
11.12.	Покривни керемиди - глинени	1900	880	0,99	40
11.13.	Азбестобетонни плочи	1800	960	0,35	50
11.14.	Камъшит	800	1260	0,046	2

Забележки:

Включените в табл. 1 топлофизични характеристики за продукти от азбест се прилагат само при изчисляване на енергийни характеристики на елементи на конструкцията, когато такива продукти са установени в съществуващи сгради. В тези случаи се отчитат изискванията на действащото европейско и национално законодателство за защита на работещите от рискове, свързани с експозиция на азбест при работа.

Таблица 2

Изчислителни и максимално допустими стойности на влажността на строителни продукти (материали)

№ по ред	Строителни продукти (материали)	Плътност ρ , kg/m ³	Влажност по маса 10 ⁻²		
			X _r	X _{max}	
1.	Обикновен бетон	2200	2,1	3,8	
		от 1800 до 2200	2,5	4,8	
	Бетон с трошени тухли	от 1600 до 1800	3,5	6,0	
		Бетон с леки добавъчни материали	1600	3,7	6,2
			1400	5,0	7,5
	1200	6,2	9,0		

№ по ред	Строителни продукти (материали)	Плътност ρ , kg/m ³	Влажност по маса 10 ⁻²	
			X _г	X _{max}
2.	Газобетон, клетъчен бетон	1200	4,2	8,4
		1000	5,0	10,0
		800	6,2	12,4
		600	8,3	16,6
		500	10,0	20,0
		400	12,5	25,0
3.	Плътни тухли	от 1400 до 2000	1,5	4,0
	Тухли с кухини	1400	2,2	5,0
		1200	2,6	5,8
4.	Разтвори и мазилки:			
	- циментови и цименто-варови	2100	2,5	5,0
	- варо-гипсови	1500	2,0	6,0
	- варови	1200	1,8	5,8
	- топлоизолационни (перлит, вермикулит, минерална вата)	от 300 до 600	1,8	7,0
5.	Дървесина:	от 500 до 800	15,0	25,0
	- плочи (талашитови, влакнести и др.)	от 400 до 550	14,0	22,0
6.	Топлоизолационни продукти:			
	- корк	от 100 до 200	7,5	15
	- дюшеци и плочи от минерални влакна	40	12,5	25,0
		60	8,3	16,7
		от 100 до 200	5,0	10,0
		15	20,0	40,0
	- пенополистирен,	20	15,0	30,0
		25	12,0	24,0
		30	8,0	28,0
		40	6,0	21,0
		40	17,5	35,0
	- пенополиуретан	60	11,7	23,3
	-			
	- пенофенопласт			

Преобразуване на съществуващи стойности на коефициента на топлопроводност

1. Основни принципи за преобразуване на съществуващи стойности на коефициента на топлопроводност

1.1. Общи положения.

В случаите, когато условията на експлоатация се различават от тези, при които са измерени стойностите на коефициента на топлопроводност (декларирани или измерени), е необходимо преизчисляване, което се извършва по следната зависимост:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a \quad (1),$$

където:

λ_2 е стойността на коефициента на топлопроводност при експлоатационни условия;

λ_1 - стойността на декларирания/измерения коефициент на топлопроводност;

F_T – фактор за температура;

F_m – фактор за влажност;

F_a – фактор за стареене (когато не е включен в декларираната/измерената стойност).

1.2. Преобразуване за температура.

Факторът F_T за температура се определя, както следва:

$$F_T = e^{f_T(T_2 - T_1)} \quad (2),$$

където:

f_T е коефициентът на преобразуване за температура;

T_1 - температурата при първата система от условия;

T_2 - температурата при втората система от условия.

1.3. Преобразуване за влага.

Факторът за преобразуване за влага F_m се определя, както следва:

а) преобразуване за съдържанието на влага по маса:

$$F_m = e^{f_u(u_2 - u_1)} \quad (3),$$

където:

f_u е коефициентът на преобразуване за съдържание на влага по маса;

u_1 - съдържанието на влага по маса при първата система от условия;

u_2 - съдържанието на влага по маса при втората система от условия;

б) преобразуване на съдържанието на влага по обем:

$$F_m = e^{f_\psi(\psi_2 - \psi_1)} \quad (4)$$

където:

f_ψ е коефициентът на преобразуване за съдържание на влага по обем;

ψ_1 - съдържанието на влага по обем при първата система от условия;

ψ_2 - съдържанието на влага по обем при втората система от условия.

1.4. Преобразуване за стареене.

Стареенето зависи от вида на материала, облицовките, структурата, набъбващите вещества, температурата и дебелината на материала. За даден материал ефектът на стареене може да бъде получен от теоретични модели, обосновани с експериментални данни. Няма установени правила за връзка между стареенето във времето на даден материал.

Не е необходимо преобразуване за стареене, когато ефектът от стареенето е отчетен при измерената стойност на топлопроводността.

2. Коefициенти на преобразуване за температура.

За стойностите на коефициентите на топлопроводност между тези, дадени в таблици от 2.1 до 2.15, се използва линейна интерполация.

Когато не е предписано друго, коефициентите на преобразуване се прилагат както за произведени в заводски условия продукти, така и за материалите, от които са получени.

Стойностите на коефициента на топлопроводност са дадени само за идентификация на параметрите и не са предназначени за други цели. Стойностите в таблици от 2.1 до 2.15 са валидни за средни температури между 0 °C и +30 °C.

Таблица 2.1 – Минерална вата

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Кечета, дюшеци и насипна вата	0,035	0,004 6
	0,040	0,005 6
	0,045	0,006 2
	0,050	0,006 9
Плочи	0,032	0,003 8
	0,034	0,004 3
	0,036	0,004 8
	0,038	0,005 3
Твърди плочи	0,030	0,003 5
	0,033	0,003 5
	0,035	0,003 5

Таблица 2.2 – Експандиран полистирен

Дебелина, d, mm	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
d < 20	0,032	0,003 1
	0,035	0,003 6
	0,040	0,004 1
	0,043	0,004 4

20 < d < 40	0,032 0,035 0,040	0,003 0 0,003 3 0,003 6
40 < d < 100	0,032 0,035 0,040 0,045 0,050	0,003 0 0,003 3 0,003 6 0,003 8 0,004 1
d > 100	0,032 0,035 0,040 0,053	0,003 0 0,003 2 0,003 4 0,003 7

Таблица 2.3 – Екструдиран полистирен

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Без покритие	0,025	0,004 6
	0,030	0,004 5
	0,040	0,004 5
С покритие, продукти от фини пеноматериали без покритие	0,025	0,004 0
	0,030	0,003 6
	0,035	0,003 5
С водонепропускливо покритие	0,025	0,003 0
	0,030	0,002 8
	0,035	0,002 7
	0,040	0,002 6

Таблица 2.4 – Полиуретанова пяна

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Продукти без облицовка	0,025	0,005 5
	0,030	0,005 0
Продукти с непроницаема облицовка	0,022	0,005 5
	0,025	0,005 5

Таблица 2.5 – Пенофенопласт (Фенолна пяна)

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Със затворени вериги (> 90 %) 0 °C до 20 °C 20 °C до 30 °C ^{a b}	до 0,025	0,002 0 0,005 0
С отворени вериги 0 °C до 30 °C	0,032	0,002 9

^a Превръщането трябва да бъде отделно между 0° и 20 °C и между 20°C и 30 °C. За да се превърне от 10 °C на 25 °C, първо се превръща от 10 °C на 20°C, а след това от 20 °C на 25 °C.

^b Коефициентите на превръщане се прилагат за пропиленети (пенообразуващи агенти) пентан и хлорвъглероди. Те могат да бъдат различни за други пропиленети.

Таблица 2.6 – Пеностъкло

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Всички продукти	0,035	0,004 3
	0,040	0,003 7
	0,045	0,003 3
	0,050	0,003 0
	0,055	0,002 7

Таблица 2.7 – Твърди плочи от перлит, нишки и свързващи вещества

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Всички продукти	всички	0,003 3

Таблица 2.8 – Плочи от дървесна вата

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Всички продукти	0,070	0,004 0
	0,080	0,004 1
	0,090	0,004 6

Таблица 2.9 – Коркови плоскости (експандиран корк)

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Всички продукти	всички	0,002 7

Таблица 2.10 – Насипни влакна от целулоза

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Плътност < 40 kg/m ³	всички	0,004 0
Плътност \geq 40 kg/m ³	всички	0,003 5

Таблица 2.11 – Бетон, керамика и строителен разтвор

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Лек бетон	0,100	0,003
	0,150	0,002
	0,400	0,001
Обикновен бетон, керамика и строителен разтвор	всички	0,001

Таблица 2.12 – Калциев силикат

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Всички продукти	всички	0,003

Таблица 2.13 – Насипен експандиран перлит

Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Всички продукти	0,040	0,004 1
	0,050	0,003 3

Таблица 2.14 – Насипен експандиран керамзит		
Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Всички продукти	0,070 до 0,150	0,004

Таблица 2.15 – Насипен експандиран вермикулит		
Тип на продукта	Коефициент на топлопроводност λ , W/(m.K)	Коефициент на преобразуване, f_T , 1/K
Всички продукти	всички	0,003

3. Коефициенти на преобразуване за влага. Таблица 3.1.

Материал	Плътност ρ , kg/m ³	Влагосъдържание при 23 °C, 50 % относителна влажност		Влагосъдържание при 23 °C, 80 % относителна влажност		Коефициент за превръщане по влага				Число на дифузионно съпротивление на водна пара μ		Специфичен топлинен капацитет c_p , J/(kg.K)
		u kg/kg	ψ m ³ /m ³	u kg/kg	ψ m ³ /m ³	Влаго- съдър- жание, u , kg/kg	f_u	Влаго- съдър- жание, ψ , m ³ /m ³	f_ψ	сух	мокър	
Експандиран полистирен	10 - 50	0		0				< 0,10	4	60	60	1450
Екструдирани полистирен (пяна)	20 - 65	0		0				< 0,10	2,5	150	150	1450
Полиуретанова пяна, твърда	28 - 55	0		0				< 0,15	6	60	60	1400
Минерална вата	10 - 200	0		0				< 0,15	4	1	1	1030
Пенофенопласт (Фенолна пяна)	20 - 50	0		0				< 0,15	5	50	50	1400
Пеностъкло	100 - 150	0		0		0	0			∞	∞	1000
Плочи от перлит	140 - 240	0,02		0,03		0 до 0,03	0,8			5	5	900
Коркови плоскости (експандиран корк)	90 - 140	0,008		0,011				< 0,10	6	10	5	1560
Плочи от дървесна вата	250 - 450	0,03		0,05				< 0,10	1,8	5	3	1470
Талашит	40 - 250	0,1		0,16				< 0,05	1,4	5	3	2000
Карбамид - формалдехидна пяна	10 - 30	0,1		0,15		< 0,15	0,7			2	2	1400
Полиуретанова пяна (спрей)	30 - 50	0		0				< 0,15	6	60	60	1400

Насипна минерална вата	15 - 60	0	0			< 0,15	4	1	1	1030
Насипни влакна от целулоза	20 - 60	0,11	0,18	< 0,20	0,5			2	2	1600
Насипен експандиран перлит	30 - 150	0,01	0,02	0 до 0,02	3			2	2	900
Насипен вермикулит	30 - 150	0,01	0,02	0 до 0,02	2			3	2	1080

Материал	Плътност ρ , kg/m ³	Влагосъдържание при 23 °С, 50 % относителна влажност		Влагосъдържание при 23 °С, 80 % относителна влажност		Коефициент за превръщане по влага				Число на дифузионно съпротивле- ние на водна пара μ сух мокър	Специфи- чен топли- нен капа- цитет c_p , J/(kg·K)	
		u kg/kg	ψ m ³ /m ³	u kg/kg	ψ m ³ /m ³	Влаго- съдър- жание, u , kg/kg	f_u	Влаго- съдър- жание, ψ , m ³ /m ³	f_ψ			
Насипен експандиран керамзит	200 - 400	0		0,001		0 до 0,02	4			2	2	1000
Насипен експандиран полистирен	10 - 30		0		0	< 0,10		4	4	2	2	1400
Керамзит	1000 - 2400		0,007		0,012			0 до 0,25	10	16	10	1000
Калциев силикат	900 - 2200		0,012		0,024			0 до 0,25	10	20	15	1000
Бетон с добавъчен материал от вулканична пемза	500 - 1300		0,02		0,035			0 до 0,25	4	50	40	1000
Бетон с добавъчен материал от естествени скали	1600 - 2400		0,025		0,04			0 до 0,25	4	150	120	1000

Бетон с добавъчен материал от полистирен	500 - 800	0,015	0,025			0 до 0,25	5	120	60	1000
Бетон с добавъчен материал от експандиран керамзит	400 - 700	0,02	0,03	0 до 0,25	2,6			6	4	1000
Бетон с преобладаващ добавъчен материал от експандиран керамзит	800 - 1700	0,02	0,03	0 до 0,25	4			8	6	1000
Бетон с повече 70 % добавъчен материал от гранулирана доменна шлака	1100 - 1700	0,02	0,04	0 до 0,25	4			30	20	1000
Бетон с преобладаващ добавъчен материал, получен от пиропроекти при изгаряне на въглища	1100 - 1500	0,02	0,04	0 до 0,25	4		15		10	1000
Газобетон	300 - 1000	0,026	0,045	0 до 0,25	4			10	6	1000
Бетон с други леки добавъчни материали	500 - 2000	0,03	0,05			0 до 0,25	4	15	10	1000
Разтвор (зидарски разтвор и мазилка)	250 - 2000	0,04	0,06			0 до 0,25	4	20	10	1000

Изчисляване на ограждащите конструкции и елементи на влажностен режим (евентуален кондензационен пад)

1. Изчисляване на влажностен режим на елементите на конструкцията на сгради.

Сградните ограждащи елементи на конструкцията на отопляеми сгради (помещения) с продължителна относителна влажност на въздуха под 70 % се изчисляват на влажностен режим (евентуален кондензационен пад).

Външните ограждащи елементи на конструкцията, както и вътрешните елементи, граничещи с неотопляеми пространства, се изчисляват на евентуален кондензационен пад (кондензирана влага). Подовете и стените, граничещи със земята, не се изчисляват на кондензационен пад.

Образуването на конденз по вътрешните повърхности на външните ограждащи елементи на конструкцията се предотвратява, ако техният коефициент на топлопреминаване удовлетворява условието:

$$U \leq \frac{\alpha_i (\theta_i - \theta_s)}{\theta_i - \theta_e}, \quad \text{W / m}^2\text{K} \quad (1.1),$$

където:

θ_s е температурата на оросяване (°C);

θ_e – изчислителна външна температура за съответната климатична зона (°C);

α_i - коефициентът на топлопредаване на вътрешната повърхност.

Кондензираните водни пари във вътрешността на ограждащите елементи на конструкцията не причиняват вреда на структурата на материала, когато:

1. общата влажност на материала (x_{uk}), в структурата на който са кондензирали водни пари, в края на изчислителния период на дифузионно навлажняване е по-малка от максимално допустимата влажност (x_{max}):

$$x'_{uk} = x'_r + \Delta x'_{dif} \leq x_{max} \quad (1.2),$$

където:

x'_r е експлоатационната влажност, %;

$\Delta x'_{dif}$ - влажността на строителната конструкция в резултат на дифузионното навлажняване, %;

2. количеството кондензирали водни пари в резултат на дифузионното навлажняване $\Delta x'_{dif}$ се изпарява през периода на съхнене на строителната конструкция.

Стойностите на x'_r и на x_{max} за различни строителни продукти (материали) са съгласно табл. 2 на приложение № 4.

Не се допуска влагането на строителни продукти без данни за и в зони с очакван кондензационен пад.

Влажността на ограждащите елементи на конструкцията, в резултат на дифузионното навлажняване $\Delta x'_{dif}$ се изчислява съгласно тази част от методиката.

За сгради без климатични инсталации продължителността на периода на дифузионно навлажняване t_k и продължителността на периода на изпарение t_u на кондензираната влага в ограждащите конструкции и елементи се приемат по 1440 h. За тези сгради съхненето се изчислява при следните условия:

1. $\theta_i = \theta_e = 18 \text{ }^\circ\text{C}$;

2. $\varphi_i = \varphi_e = 65 \text{ } \%$;

където φ_i и φ_e са съответно относителната влажност на вътрешния и външния въздух.

За сгради с климатични инсталации или за сгради, в които генерирането на водна пара е технологично присъщо, съхненето на ограждащите конструкции и елементи се изчислява за действителната температура и относителна влажност на вътрешния и външния въздух, определени със заданието за проектиране.

Дифузионното навлажняване на сградните ограждащи конструкции и елементи през периода на кондензация се изчислява при следните условия:

1. при външна относителна влажност 90 %;

2. при температура на външния въздух θ_e :

а) $\theta_e = 5 \text{ }^\circ\text{C}$, когато външната проектна температура е по-висока от минус 8,5 $^\circ\text{C}$;

б) $\theta_e = - 5 \text{ }^\circ\text{C}$, когато външната проектна температура е в границите от минус 8,5 $^\circ\text{C}$ до минус 14,5 $^\circ\text{C}$;

в) $\theta_e = - 10 \text{ }^\circ\text{C}$, когато външната проектна температура е по-ниска от минус 14,5 $^\circ\text{C}$.

За нови сгради, данните за температурата и относителната влажност на вътрешния въздух за периода на навлажняване се определят в заданието за проектиране.

Въздухопропускливостта и водонепропускливостта на прозорци и врати трябва да удовлетворяват най-малко:

1. изискванията за клас 1 за въздухопропускливост съгласно БДС EN 12207 и за водонепропускливост съгласно БДС EN 1027, при свръхналягане с разлика 150 Pa, или

2. изискванията за клас 2 за въздухопропускливост съгласно БДС EN 12207 и за водонепропускливост съгласно БДС EN 1027, при свръхналягане с разлика 300 Pa, или

3. изискванията за клас 3 за въздухопропускливост съгласно БДС EN 12207 и за водонепропускливост съгласно БДС EN 1027, при свръхналягане с разлика 600 Pa.

Горепосочените изисквания по т. 1 се прилагат за прозорци и балконски врати в сгради с ниско застрояване, както и за външни врати на първия или втория етаж в сгради.

Горепосочените изисквания по т. 2 се прилагат за прозорци и балконски врати в сгради с ниско и средно застрояване, както и за външни врати на третия или четвъртия етаж в сгради.

Горепосочените изисквания по т. 3 се прилагат за прозорци и балконски врати в сгради с високо застрояване, както и за външни врати на петия или по-висок етаж в сгради. Изискванията за водонепропускливост не се прилагат за прозорци и врати, чиято външна повърхност не е изложена на метеорологични въздействия.

2. Изчисляване на съпротивлението на дифузно преминаване на водна пара на слой строителен материал.

Съпротивлението на дифузионно преминаване на водна пара (z) в $\text{m}^2\text{hPa/kg}$ на един слой строителен материал се изчислява за стандартна температура 10 $^\circ\text{C}$ по формулата:

$$z = 1,5 \cdot 10^6 \cdot \mu \cdot d \quad (2.1),$$

където:

μ е числото на дифузионно съпротивление на водна пара;

d – дебелината на слоя строителен материал, m.

При няколко слоя строителни материали, подредени един зад друг, съпротивлението на дифузионно преминаване на водна пара z на ограждащата конструкция или елемент се определя по формулата:

$$z = 1,5 \cdot 10^6 (\mu_1 \cdot d_1 + \mu_2 \cdot d_2 + \dots + \mu_n \cdot d_n) \quad (2.2),$$

където:

d_1, d_2, \dots, d_n са дебелините на отделните слоеве строителни материали, m;

$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ - съответните числа на дифузионно съпротивление на водна пара съгласно табл. 1 на приложение № 4.

2. Плътноста на дифузионния поток на водна пара (g) в $\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$ без кондензационен пад се изчислява по формулата:

$$g = \frac{(p_i - p_e)}{z} \quad (2.3),$$

където:

p_i е парциалното налягане на вътрешната повърхност на ограждащата конструкция или елемент, Pa;

p_e - парциалното налягане на външната повърхност на ограждащата конструкция или елемент, Pa.

2.1. Изчисляването на евентуален кондензационен пад в многослойни ограждащи конструкции и елементи с хомогенни слоеве е показано на фиг. 2.1 и 2.2. То се състои в следното:

2.1.1. Ограждащата конструкция или елемент се изобразява мащабно, като по абсцисата се нанасят слоевете на строителните материали, представени с мащаб на дифузионно-еквивалентните дебелини на въздушните прослойки, определени по формулата $s_d = \mu \cdot d$, а върху ординатата – температурите на повърхностите на отделните слоеве, определени, както следва:

2.1.2. Температурата на вътрешната повърхност на ограждащата конструкция или елемент (θ_{0i}) в °C се определя по формулата:

$$\theta_{0i} = \theta_i - R_{si} \cdot q \quad (2.4),$$

където:

θ_i е температурата на вътрешния въздух, °C;

R_{si} - съпротивлението на топлопредаване на вътрешната повърхност, което се определя съгласно БДС EN ISO 6946;

q – плътността на топлинния поток (W/m^2), който се определя по формулата:

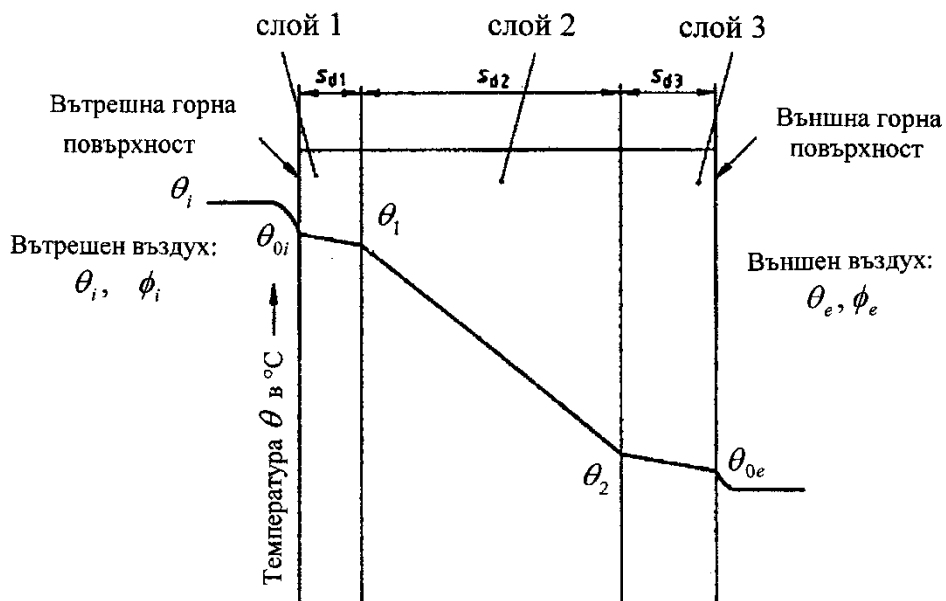
$$q = U(\theta_i - \theta_e) \quad (2.5),$$

където U е коефициентът на топлопреминаване на строителния елемент, $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.

3.1.2. Температурите на границите между отделните хомогенни слоеве във вътрешността на ограждащата конструкция или елемент се определят, както следва:

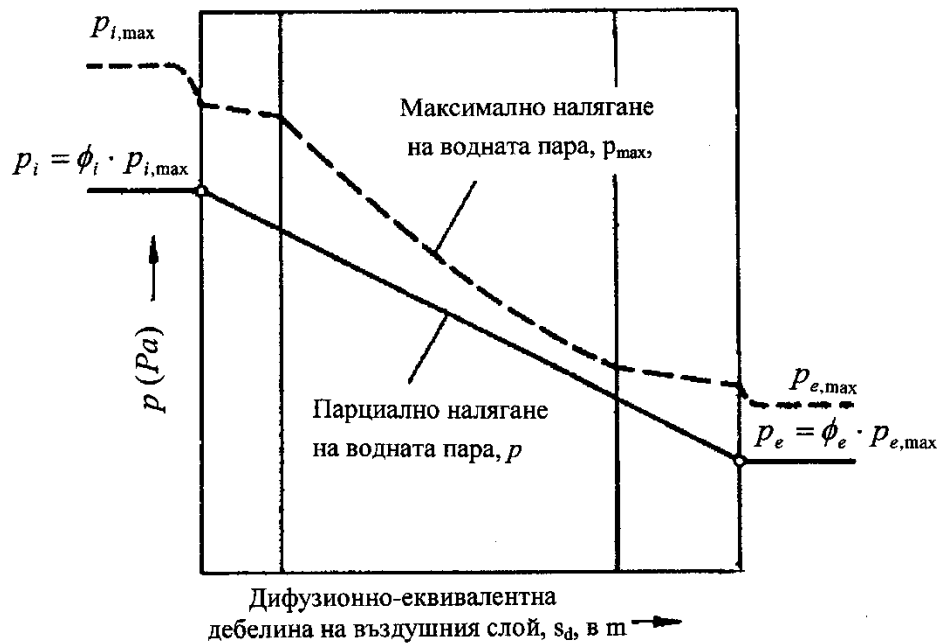
$$\begin{aligned}
 \theta_1 &= \theta_{0i} - R_1 \cdot q \\
 \theta_2 &= \theta_1 - R_2 \cdot q \\
 &\dots\dots\dots \\
 \theta_n &= \theta_{n-1} - R_n \cdot q
 \end{aligned}
 \tag{2.6},$$

където $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ са температурите на границите на отделните слоеве (номерирани по посоката на топлинния поток – отвътре навън), °C.



Фиг. 2.1. Схема на кривата на температурното разпределение

Върху напречното сечение на мащабно изобразените ограждаща конструкция или елемент се нанася диаграмата на максималното налягане на водната пара $p_{\max, s}$, което се отчита от табл. 2.1 в тази част от методиката в съответствие с температурното разпределение. Ходът на парциалното налягане се представя в дифузионната диаграма с права, която съединява налягането p_i и налягането p_e от двете повърхнини на ограждащата конструкция или елемент.



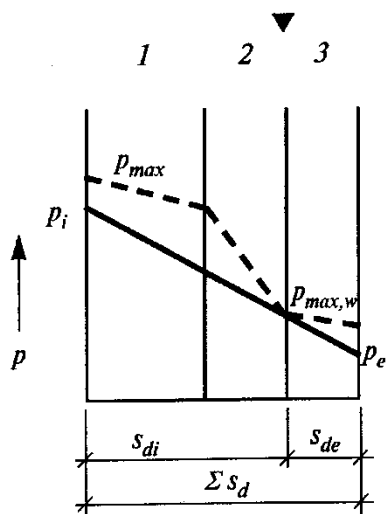
Фиг. 2.2. Схема на максималното и парциалното налягане през многослойна ограждаща конструкция или елемент, съответстващи на температурата, за изчисляване на евентуален кондензационен пад

Ако двете линии не се допират или пресичат, не съществуват условия за кондензация на водни пари (при приетите изчислителни параметри на външния и вътрешния въздух (фиг. 2.2)).

Ако линията, съответстваща на парциалното налягане, допре или пресече линията на максималното налягане, в ограждащата конструкция или елемент съществуват условия за кондензация на водни пари. Възможни са следните случаи:

а) двете линии се допират в една, две или повече точки (фиг. 2.3 и 2.4); в тези случаи е възможен кондензационен пад съответно в една, две или повече равнини (на границата на съответните слоеве);

б) двете линии се пресичат; в този случай от двете крайни точки на линията на парциалното налягане, намиращи се на вътрешната и външната повърхност на ограждащата конструкция или елемент, се прокарват тангенти към линията на максималното налягане, тъй като парциалното налягане на водната пара не може да бъде по-голямо от максималното налягане; точките на пресичане на тези тангенти с линията на парциалното налягане определят границите на зоната на кондензация, а хоризонталното разстояние между тях – широчината на тази зона (фиг. 2.5).



Фиг. 2.3а. Дифузия на водната пара с един кондензационен пад в равнината на ограждащата конструкция или елемент (между слоеве 2 и 3)

Плътноста на дифузионния поток g_i от помещението през ограждащата конструкция или елемент до равнината на конденса е:

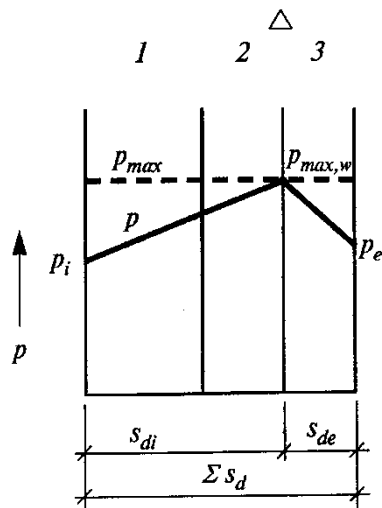
$$g_i = \frac{p_i - p_{\max, w}}{z_i} \quad (2.7).$$

Плътноста на дифузионния поток g_e от равнината на кондензация навън е:

$$g_e = \frac{p_{\max, w} - p_e}{z_e} \quad (2.8).$$

Количеството кондензирана влага W_k , което се отделя в равнината през периода на кондензация, се изчислява по формулата:

$$W_k = t_k (g_i - g_e) \quad (2.9).$$



Фиг. 2.3б. Дифузия на водната пара по време на изпарението след кондензационен пад в равнината на ограждащата конструкция или елемент

Плътноста на дифузионния поток g_i от равнината на кондензация към помещението е:

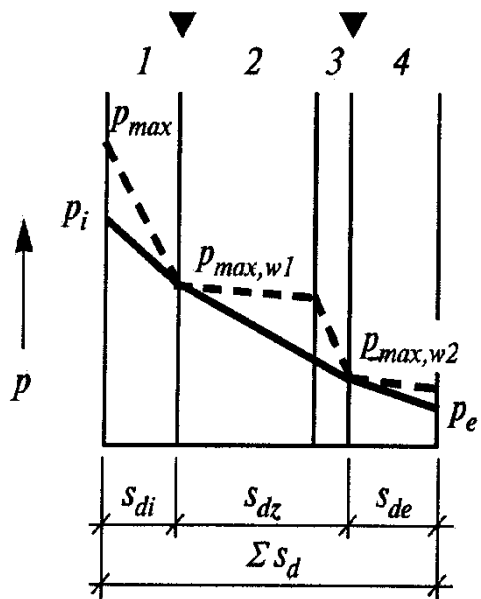
$$g_i = \frac{p_{\max, w} - p_i}{z_i} \quad (2.10).$$

Плътноста на дифузионния поток g_e от равнината на кондензация навън (на открито) е:

$$g_e = \frac{p_{\max, w} - p_e}{z_e} \quad (2.11).$$

Изпареното количество кондензирана влага W_u , което може да се отведе от ограждащата конструкция или елемент през периода на изпаряване, се изчислява, както следва:

$$W_u = t_u (g_i + g_e) \quad (2.12).$$



Фиг. 2.4а. Дифузия на водната пара с кондензационен пад в две равнини на ограждащата конструкция или елемент (между слоеве 1 и 2 и между слоеве 3 и 4)

Плътноста на дифузионния поток g_i от помещението през ограждащата конструкция или елемент до първата равнина на кондензация е:

$$g_i = \frac{p_i - p_{\max, w1}}{z_1} \quad (2.13).$$

Плътноста на дифузионния поток g_z между първата и втората равнина на кондензация е:

$$g_z = \frac{p_{\max, w1} - p_{\max, w2}}{z_z} \quad (2.14).$$

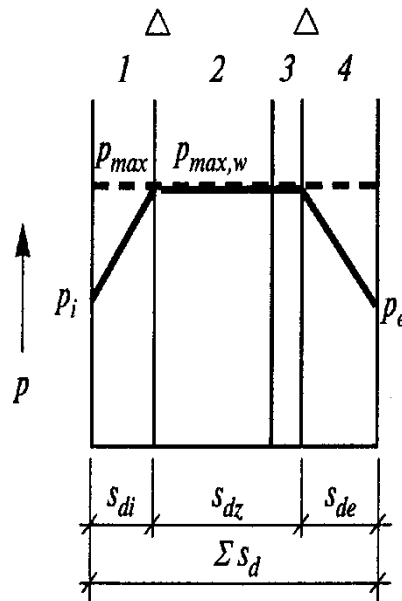
Плътноста на дифузионния поток g_e от втората равнина на кондензация навън е:

$$g_e = \frac{p_{\max, w2} - p_e}{z_e} \quad (2.25).$$

Количеството кондензирана влага W_k , което се образува в равнините 1 и 2 през периода на кондензация, се изчислява по формулите:

$$W_{k1} = t_k (g_i - g_z) \quad (2.16),$$

$$W_{k2} = t_k (g_z - g_e) \quad (6.17).$$



Фиг. 2.4б. Дифузия на водната пара по време на изпарението след кондензационен пад в две равнини на ограждащата конструкция или елемент

Плътноста на дифузионния поток g_i от първата равнина на кондензация към помещението е:

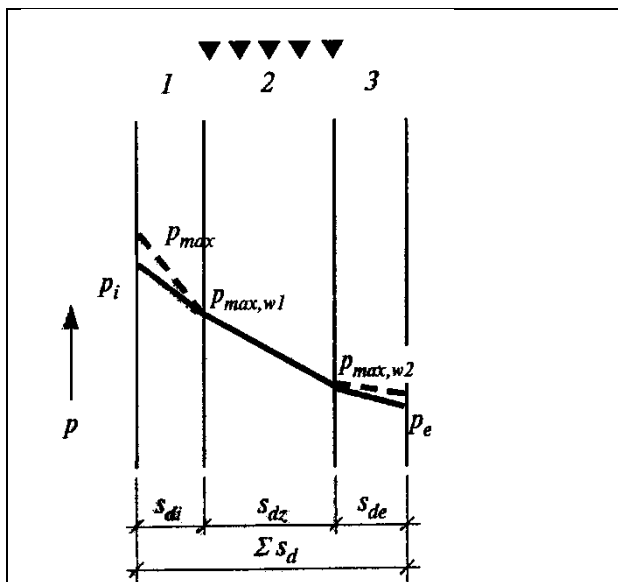
$$g_i = \frac{p_{\max, w} - p_i}{z} \quad (2.18).$$

Плътноста на дифузионния поток g_e от втората равнина на кондензация навън (на открито) е:

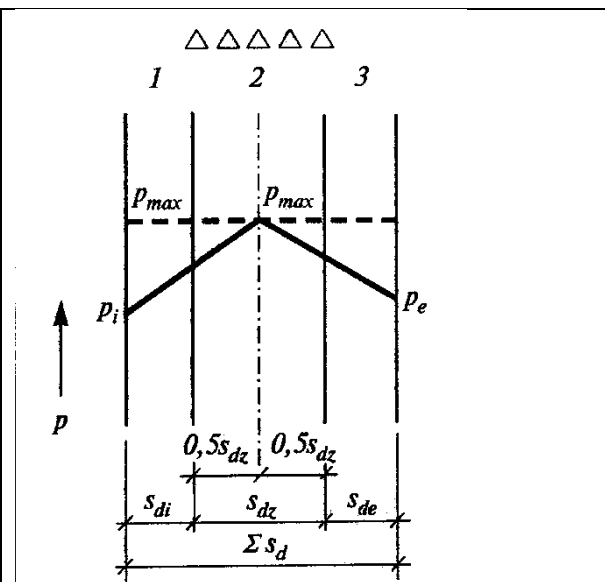
$$g_e = \frac{p_{\max, w} - p_e}{z} \quad (2.19).$$

Изпареното количество кондензирана влага W_u , което може да бъде отведено от ограждащата конструкция или елемент през периода на изпаряване, се изчислява, както следва:

$$W_u = t_u (g_i + g_e) \quad (2.20).$$



Фиг. 2.5а. Дифузия на водната пара с кондензационен пад във вътрешността на ограждащата конструкция или елемент



Фиг. 2.5б. Дифузия на водната пара по време на изпаряването след кондензационен пад във вътрешността на ограждащата конструкция или елемент

Плътноста на дифузионния поток g_i от помещението до началото на зоната на кондензация е:

$$g_i = \frac{p_i - p_{\max, w1}}{z_i} \quad (2.21).$$

Плътноста на дифузионния поток g_e от края на зоната на кондензация навън е:

$$g_e = \frac{p_{\max, w2} - p_e}{z_e} \quad (2.22).$$

Количеството кондензирана влага W_k , което се отделя в зоната през периода на кондензация, се изчислява по формулата:

$$W_k = t_k (g_i - g_e) \quad (2.23).$$

Плътноста на дифузионния поток g_i от средата на зоната на кондензация към помещението е:

$$g_i = \frac{p_{\max, w} - p_i}{z_i + 0,5 z_z} \quad (2.24).$$

Плътноста на дифузионния поток g_e от средата на зоната на кондензация навън (на открито) е:

$$g_e = \frac{p_{\max, w} - p_e}{0,5 \cdot z_z + z_e} \quad (2.25).$$

Изпареното количество кондензна влага W_u , което може да се отведе от ограждащата конструкция или елемент през периода на изпаряване, се изчислява, както следва:

$$W_u = t_u (g_i + g_e) \quad (2.26).$$

Нарастването на влажността на материала в зоната на кондензация Δx_{dif} в % се изчислява по формулата:

$$\Delta x_{dif} = \frac{100 \cdot W_k}{d_z \cdot \rho} \quad (2.27)$$

където:

W_k е количеството кондензирана влага, kg/m^2 ;

d_z - широчината на зоната на кондензация, m;

ρ - плътността на материала в зоната на кондензация, kg/m^3 .

Таблица 2.1

Температура на въздуха, °C	Температура на оросяване θ_s (°C) при относителна влажност на въздуха (%)													
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,2	21,4	22,7	23,9	25,0	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,2	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,2	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,0	11,2
11	-5,2	-3,2	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

Таблица 2.2

Температура, °C	Максимално налягане на водната пара p_{max} , Pa									
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
30	4244	4269	4294	4319	4344	4369	4394	4419	4445	4469
29	4006	4030	4053	4077	4101	4124	4148	4172	4196	4219
28	3781	3803	3826	3848	3871	3894	3916	3939	3961	3984
27	3566	3588	3609	3631	3652	3674	3695	3737	3793	3759
26	3362	3382	3403	3423	3443	3463	3484	3504	3525	3544
25	3169	3188	3208	3227	3246	3266	3284	3304	3324	3343
24	2985	3003	3021	3040	3059	3077	3095	3114	3132	3151
23	2810	2827	2845	2863	2880	3897	2915	2932	2950	2968
22	2645	2661	2678	2695	2711	2727	2744	2761	2777	2794
21	2487	2504	2518	2535	2551	2566	2582	2598	2613	2629
20	2340	2354	2369	2384	2399	2413	2428	2443	2457	2473
19	2197	2212	2227	2241	2254	2268	2283	2297	2310	2324
18	2065	2079	2091	2105	2119	2132	2145	2158	2172	2185
17	1937	1950	1963	1976	1988	2001	2014	2027	2039	2052
16	1818	1830	1841	1854	1866	1878	1889	1901	1914	1926
15	1706	1717	1729	1739	1750	1762	1773	1784	1795	1806
14	1599	1610	1621	1631	1642	1653	1663	1674	1684	1695
13	1498	1508	1518	1528	1538	1548	1559	1569	1578	1588
12	1403	1413	1422	1431	1441	1451	1460	1470	1479	1488
11	1312	1321	1330	1340	1349	1358	1367	1375	1385	1394
10	1228	1237	1245	1254	1262	1270	1279	1287	1296	1304
9	1148	1156	1163	1171	1179	1187	1195	1203	1211	1218
8	1073	1081	1088	1096	1103	1110	1117	1125	1133	1140
7	1002	1008	1016	1023	1030	1038	1045	1052	1059	1066
6	935	942	949	955	961	968	975	982	988	995
5	872	878	884	890	896	902	907	913	919	925
4	813	819	825	831	837	843	849	854	861	866
3	759	765	770	776	781	787	793	798	803	808
2	705	710	716	721	727	732	737	743	748	753
1	657	662	667	672	677	682	687	691	696	700
0	611	616	621	626	630	635	640	645	648	653
-0	611	605	600	595	592	587	582	577	572	567
-1	562	557	552	547	543	538	534	531	527	522
-2	517	524	509	505	501	496	492	489	484	480

-3	476	472	468	464	461	456	452	448	444	440
-4	437	433	430	426	423	419	415	412	408	405
-5	401	398	395	391	388	385	282	379	375	372
-6	368	365	362	359	356	353	350	347	343	340
-7	337	336	333	330	327	324	321	318	315	312
-8	310	306	304	301	298	296	294	291	288	286
-9	284	281	279	276	274	272	269	267	264	262
-10	260	258	255	253	251	249	246	244	242	239
-11	237	235	233	231	229	228	226	224	221	219
-12	217	215	213	211	209	208	206	204	202	200
-13	198	197	195	193	191	190	188	186	184	182
-14	181	180	178	177	175	173	171	169	168	167
-15	165	164	162	161	159	158	157	155	153	152
-16	150	149	148	146	145	144	142	141	139	138
-17	137	136	135	133	132	131	129	128	127	126
-18	125	124	123	122	121	120	118	117	116	115
-19	114	113	112	111	110	109	107	106	105	104
-20	103	102	102	100	99	98	97	95	95	94

Забележка. Стойностите на максималното налягане на водната пара от табл. 2.2 служат за определяне на парциалното налягане (p) в Ра по формулата:

$$p = \frac{\phi}{100} \cdot p_{\max} ,$$

където ϕ е относителната влажност на въздуха, %.

Метод
за изчисляване на количеството топлина от преобразуване на слънчевата енергия при
загряване на вода за битови нужди

1. Енергийният баланс на системата за загряване на вода чрез слънчева енергия за период от време един месец може да се запише в следния вид:

$$Q_u - Q_w + E = 0 \quad (7.1),$$

където:

Q_u е количеството топлина от преобразуване на слънчевата енергия в системата за загряване на вода, kWh;

Q_w - потребната енергия за загряване на водата, kWh;

E - количеството енергия, получено от допълнителния източник, kWh.

2. Дялът от потребната енергия за загряване на водата, който се покрива от слънчевата енергия, се формулира като:

$$f = \frac{(Q_w - E)}{Q_w} = \frac{Q_u}{Q_w} \quad (7.2).$$

3. Дялът f от потребната енергия се изчислява като функция на параметрите на системата по зависимостта:

$$f = 1.029.Y - 0.065.X - 0.245.Y^2 + 0.0018.X^2 + 0.0215.Y^3 \quad (7.3)$$

при $0 < Y < 3$ и $0 < X < 18$,

в която:

$$X = F_R U_L (F'_R / F_R) (\theta_{ref} - \theta_e) \Delta \tau \frac{A_c}{Q_w}$$

$$Y = F_R (\tau \alpha)_n (F'_R / F_R) [(\overline{\tau \alpha}) / (\tau \alpha)_n] \bar{H}_T N \frac{A_c}{Q_w}$$

A е площта на слънчевите колектори, m^2 ;

F_R е коефициент на ефективно отвеждане на топлината от колектора;

F'_R – коефициент на ефективно отвеждане на топлината от колектора, отчитащ и влиянието на междинния топлообменник в колекторния кръг;

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

$\Delta \tau$ – брой на секундите в месеца;

$\theta_{ref} = 100$ °C – базисната температура;

θ_e – средната месечна температура на външния въздух, °C;

$(\overline{\tau \alpha})$ – средната месечна приведена поглъщателна способност на колекторите;

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

\bar{H}_T – средномесечната дневна сумарна слънчева радиация върху наклонената повърхност на колекторите, J/m^2 ;

N – броят на дните в месеца;

Q_w – месечният топлинен товар на системата, J.

4. В случаите, когато акумулацията съд в системата има обем, различен от 75 l/m^2 колекторна площ), безразмерният комплекс X се коригира по зависимостта:

$$\frac{X_c}{X} = \left(\frac{V_s}{75 A_c} \right)^{-0,25}, \quad \text{при } 37,5 < \frac{V_s}{A_c} < 300 \text{ l/m}^2,$$

където V_s е обемът на акумулатора, m^3 .

5. Когато в системата няма междинен топлообменник в колекторния кръг, стойността на отношението $F'_R / F_R = 1$, а когато има такъв, системата се изчислява по зависимостта:

$$\frac{F'_R}{F_R} = \left[1 + \left(\frac{A_c F_R U_L}{(\dot{m} c_p)_c} \right) \left(\frac{(\dot{m} c_p)_c}{\varepsilon (\dot{m} c_p)_{\min}} - 1 \right) \right]^{-1} \quad (7.4),$$

където:

$(\dot{m} c_p)_c$ е топлинният капацитет на масовия дебит на флуида през контура на слънчевите колектори, W/K;

ε - ефективността на междинния топлообменен апарат;

$(\dot{m} c_p)_{\min}$ - по-малкият топлинен капацитет на масовия дебит на флуидите, циркулиращи през топлообменника, W/K.

6. В случаите, когато колекторът е ориентиран на юг и ъгълът на наклона на колектора е в границите:

$$(\varphi - 12) \leq \beta \leq (\varphi + 12),$$

където φ е географската ширина,

с достатъчна точност може да се приеме, че:

- за колектори с еднослойно прозрачно покритие $(\bar{\tau}\alpha)/(\tau\alpha)_n = 0,95$;

- за колектори с двуслойно прозрачно покритие $(\bar{\tau}\alpha)/(\tau\alpha)_n = 0,93$ за зимата и $(\bar{\tau}\alpha)/(\tau\alpha)_n = 0,90$ за лятото.

7. Средната месечна дневна слънчева радиация върху наклонена повърхност се определя по зависимостта:

$$\bar{H}_T = \bar{R} \bar{H}, \text{ J/m}^2 (\text{ден}) \quad (7.5),$$

където:

\bar{R} е проекционен коефициент;

\bar{H} - средномесечната дневна сумарна слънчева радиация върху хоризонтална повърхност, $\text{J/m}^2 (\text{ден})$; отчита се от таблица 1.

8. Проекционният коефициент \bar{R} се определя по зависимостта:

$$\bar{R} = \left(1 - \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} \right) \bar{R}_b + \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + \rho \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \quad (7.6),$$

където:

\bar{H}_d е средномесечната дневна дифузна радиация върху хоризонтална повърхност, J/m^2 ;

\bar{R}_b - отношението на средномесечната директна слънчева радиация върху наклонената и хоризонтална повърхност;

β - ъгълът на наклона на разглежданата повърхност, $^{\circ}$;

ρ - коефициент на отражение на околната среда.

9. Отношението $\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}}$ се изчислява по зависимостта:

$$\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} = 1,39 - 4,03 \bar{K}_T + 5,53 \bar{K}_T^2 - 3,11 \bar{K}_T^3 \quad (7.7),$$

където:

\bar{K}_T е факторът на облачността; отчита се от таблица 1.

10. (Попр., ДВ, бр. 31 от 2015 г.) Коефициентът \bar{R}_b се изчислява по формулата:

$$\bar{R}_b = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cos \delta \sin \omega'_s + \pi/180 \omega'_s \sin(\varphi - \beta) \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s + \pi/180 \omega_s \sin \varphi \sin \delta} \quad (7.8),$$

където:

β е ъгълът на наклона на разглежданата повърхност, $^{\circ}$;

δ - деклинацията на слънцето, $^{\circ}$; определя се за 21 число на месеца по зависимостта:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin [360 \cdot (284+n)/365], \quad (7.9);$$

n – пореден номер на деня в годината;

ω_s - часовият ъгъл на залеза на слънцето върху хоризонтална повърхност, $^{\circ}$; определя се за 21 число на месеца по зависимостта:

$$\omega_s = \arccos(-\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta) \quad (7.10);$$

ω'_s - часовият ъгъл на залеза на слънцето върху наклонената повърхност, $^{\circ}$; определя се за 21 число на месеца по зависимостта:

$$\omega'_s = \min \left[\omega_s; \arccos(-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \operatorname{tg} \delta) \right] \quad (7.11).$$

Таблица 1

Северно Черноморие												
Климатична зона 1												
Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Н, kWh / m ² (ден)	1,20	1,95	2,62	3,59	4,66	5,23	5,44	5,27	4,00	2,33	1,40	1,05
Кт, -	0,33	0,38	0,37	0,40	0,43	0,45	0,49	0,54	0,51	0,41	0,35	0,33
тм, °С	1,9	2,7	5,1	10,2	15,6	20,2	23,7	22,3	19,0	13,8	9,0	4,3
Добруджа												
Климатична зона 2												
Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Н, kWh / m ² (ден)	1,20	1,95	2,62	3,59	4,66	5,23	5,44	5,27	4,00	2,33	1,40	1,05
Кт, -	0,33	0,39	0,37	0,39	0,41	0,46	0,48	0,54	0,51	0,42	0,36	0,34
тм, °С	0,5	0,9	4,0	9,7	14,9	18,4	21,0	20,7	15,8	11,6	6,3	0,7
Северна България - поречието на р. Дунав												
Климатична зона 3												
Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Н, kWh / m ² (ден)	1,09	1,86	2,54	3,53	4,60	5,17	5,37	5,21	3,94	2,25	1,30	0,94
Кт, -	0,30	0,38	0,36	0,38	0,43	0,45	0,48	0,53	0,50	0,40	0,33	0,31
тм, °С	0,1	0,0	5,9	12,5	17,4	21,4	24,0	23,4	19,2	13,3	6,7	0,8
Северна България - централна част												
Климатична зона 4												
Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Н, kWh / m ² (ден)	1,21	1,84	2,80	3,24	4,39	4,78	4,91	4,96	3,65	2,20	1,29	1,02
Кт, -	0,33	0,36	0,39	0,35	0,41	0,42	0,45	0,50	0,47	0,39	0,32	0,32
тм, °С	-0,2	1,3	5,7	12,7	17,4	21,1	23,6	23,0	19,1	12,8	6,2	0,4
Южно Черноморие												
Климатична зона 5												
Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Н, kWh / m ² (ден)	1,28	2,12	2,85	3,87	4,97	5,55	5,76	5,59	4,29	2,54	1,51	1,11
Кт, -	0,34	0,41	0,43	0,42	0,46	0,49	0,52	0,57	0,54	0,44	0,37	0,33
тм, °С	2,2	2,9	5,7	10,9	16,0	20,6	23,4	23,1	19,7	14,5	9,4	4,6
Южна България - централна част												
Климатична зона 6												
Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Н, kWh / m ² (ден)	1,67	2,33	3,19	4,10	4,78	5,58	5,44	5,48	4,26	2,67	1,70	1,33
Кт, -	0,43	0,44	0,43	0,44	0,44	0,49	0,48	0,55	0,53	0,46	0,41	0,39
тм, °С	0,2	1,8	6,9	12,4	17,4	21,3	23,7	23,0	18,7	12,8	7,4	1,9
София и Подбалканската долина												
Климатична зона 7												
Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Н, kWh / m ² (ден)	1,19	1,94	2,94	3,37	4,47	4,85	4,98	5,03	3,76	2,34	1,29	0,91
Кт, -	0,31	0,38	0,40	0,37	0,42	0,42	0,44	0,51	0,48	0,34	0,31	0,28
тм, °С	-0,4	0,2	4,6	10,4	15,3	18,7	21,1	20,7	16,5	11,2	5,1	0,4
Южна България												
Климатична зона 8												
Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Н, kWh / m ² (ден)	1,67	2,33	3,19	4,10	4,78	5,58	5,44	5,48	4,26	2,67	1,70	1,33
Кт, -	0,43	0,44	0,44	0,44	0,44	0,48	0,49	0,55	0,53	0,46	0,41	0,39
тм, °С	0,6	2,4	6,9	12,4	16,4	21,0	23,8	23,5	19,4	13,6	7,9	2,8
Югозападна България												
Климатична зона 9												
Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брой дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Н, kWh / m ² (ден)	1,79	2,45	3,35	4,29	4,96	5,70	5,58	5,61	4,44	2,80	1,82	1,45
Кт, -	0,51	0,46	0,46	0,46	0,45	0,50	0,50	0,57	0,56	0,47	0,43	0,41
тм, °С	2,2	3,9	8,1	13,4	18,1	22,1	24,6	24,6	20,8	13,8	8,7	4,0

Изчисляване на икономическата ефективност и ефикасност за жизнения цикъл на технически решения за съхранение на енергията в сгради

1. Оценката за икономическа ефективност и ефикасност на технически решения за съхранение на енергия в сгради представлява последователност от изчисляване на следните основни показатели:

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

1.2. Приходи от експлоатацията на техническото решение.

1.3. Прост срок на откупуване на инвестициите.

1.4. Срок на изплащане на инвестициите.

1.5. Нетна настояща стойност.

1.6. Вътрешна норма на възвръщаемост.

1.7. Индекс на нетната настояща стойност.

2. Разходите за разработване, въвеждане в експлоатация и експлоатация на техническото решение през жизнения му цикъл включват:

2.1. Разходи до началото на експлоатационния период (I_0):

а) разходи за проектиране;

б) разходи за съгласуване и одобряване на инвестиционния проект;

в) разходи за издаване на разрешение за строеж;

г) разходи за закупуване, доставка, монтаж/изграждане, пуск и настройка на оборудването;

д) разходи за въвеждане в експлоатация.

2.2. Експлоатационни разходи:

а) разходи за енергия;

б) други експлоатационни разходи:

- за материали;

- за поддръжка.

3. Нетните приходи от експлоатацията на техническото решение се изчисляват по формулата:

$$B = \sum_i S_i E_i - \Delta O \& M \quad (8.1),$$

където:

B са нетните годишни приходи, лв./годишно;

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

E_i - 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.

4. Срок на откупуване (PB)

При равни спестявания през годините на жизнения цикъл срокът на откупуване (PB) се изчислява по формулата:

$$PB = \frac{I_0}{B} \quad (8.2),$$

където:

I_0 са разходите до началото на експлоатационния период, лв.;

B – нетните годишни спестявания, лв./годишно.

5. Нетната настояща стойност (NPV) се изчислява по формулата:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} - I_0 \quad (8.3),$$

където:

r е реалният лихвен процент, %; изчислява се по формулата:

$$r = \frac{n_r - b}{1 + b};$$

n_r - номиналният лихвен процент, %;

b - годишната инфлация, %;

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.

Проектът е рентабилен, ако $NPV > 0$.

Ако нетните приходи са еднакви през годините на жизнения цикъл, т.е. ако $B_1 = B_2 = \dots = B_n$, горната формула се опростява до вида:

$$NPV = B \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} - I_0$$

6. Коефициентът на нетна сегашна стойност (NPVQ) се изчислява по формулата :

$$NPVQ = \frac{NPV}{I_0} \quad (8.4).$$

7. Срок на изплащане (PO) и вътрешна норма на възвръщаемост (IRR)

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:

$$NPV = B \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} - I_0 = 0$$

Вътрешната норма на възвръщаемост IRR е онази стойност на реалния лихвен процент, при която $NPV = 0$.

**МИНИСТЪР НА
РЕГИОНАЛНОТО РАЗВИТИЕ
И БЛАГОУСТРОЙСТВОТО:**

ИВАН ШИШКОВ