

ЕНЕРГИЕН БАЛАНС И ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ НА ЕДНОФАМИЛНИ СГРАДИ

Асен Недев, Георги Антонов, Али Чакър, Павлина Наскова
ТУ-Варна Професор дтн, ТУ-Варна Доцент д-р, ВСУ „Черноризец Храбър“ -
Варна Доцент д-р, ТУ-Варна Доцент д-р

***Резюме:** В статията са представени основните принципи и етапи при изграждането на стратегия за енергийна ефективност на самостоятелна еднофамилна сграда. В основата на стратегията е оптималното разпределение на собствения запас от първична енергия по възможните енергоносители. За целта е необходимо предварителното решаване на балансовата енергийна задача с отчитане на енергийните загуби, печалби и енергоспестяващи мерки. Приведени са елементите на топлинния баланс на типова самостоятелна сграда.*

***Ключови думи:** запас на първична енергия, необходим бруто-енергиен запас за годината, топлинни загуби и печалби на сградата*

ENERGY BALANCE AND ENERGY EFFICIENCY ON SINGLE-FAMILY BUILDINGS

Asen Nedev, Georgi Antonov, Ali Chakar, Pavlina Naskova
TU-Varna Professor dtn, TU-Varna Associate Professor Ph.D., VSU "Chernorizets
Hrabar"-Varna Associate Professor Ph.D., TU-Varna Associate Professor Ph.D.

***Abstract:** The article presents the main principles and stages in the construction of an energy efficiency strategy for a detached single-family building. The basis of the strategy is the optimal distribution of the own stock of primary energy among the possible energy carriers. For this purpose, it is necessary to solve the balance energy problem in advance, taking into account energy losses, gains and energy-saving measures. The elements of the heat balance of a type of detached building are given.*

***Keywords:** primary energy reserve, required gross energy reserve for the year, heat losses and gains of the building*

Въведение

Енергийната политика на ЕС се основава на три основни цели: конкурентноспособност, сигурност на доставките и устойчивост. Тези цели са потвърдени и в дългосрочната стратегията на ЕС до 2050г. за просперираща, модерна, конкурентна и неутрална към климата Европа „Чиста планета за всички“. Тя обхваща няколко стратегически области, сред които енергийна ефективност, ВЕИ, конкурентна промишленост и кръгова икономика. Тази актуализация на европейската стратегическа рамка следва поетия ангажимент на ЕС към Парижкото споразумение за значително намаляване на емисиите на парникови газове. Част от тази стратегии е енергийният баланс и енергийната ефективност на сградите.

В международната практика паспортизацията и сертифицирането на сградите по отношение на тяхната енергийна ефективност е едно от ефективните технически средства за регулиране в областта на енергийната политика на държавата и начин за информиране на потребителя за топлоенергийните характеристики на сградата. Системите за енергийни сертификати и паспортизиране на сгради в различните страни се основават на регулаторна и законодателна рамка, взаимосвързана с финансови механизми, помощи и субсидии при ново строителство, ремонт и реконструкция на съществуващи сгради.

Опитът на различни страни, като Германия, Швеция и Норвегия показва, че благодарение на предприетите стъпки за подобряване на енергийната ефективност на жилищния сектор, те са успели да намалят разходите за енергия и да понижат емисиите на парникови газове.

Стратегия на потребителя

Като изхождаме от общите цели и стратегии, ние приемаме, че индивидуалната енергийна стратегия на всеки потребител е най-доброто разпределение на наличните енергийни ресурси, които могат да бъдат: електрически ток, газ, нефт, въглища, дърва, пара и всяка друга форма на енергия. Цел на управлението на енергийната ефективност е да се осигури необходимия баланс между източниците и консуматорите на енергия при постигане на зададени критерии за качество и минимални разходи. Предварително отбелязваме, че поради съществуването на такива фактори като разнородност на сградните конструкции, предназначението на сградите и режимите на използването им, вида на използваните енергийни източници и системи на топлоснабдяване и случайния характер на климатичните въздействия, не може да бъде дадена обща рецепта за решаване. И все пак считаме, че за да могат гражданите(потребителите) да търсят поне приблизителни решения от планов и експлоатационен характер, те трябва да оценяват и управляват собствените си енергийни стопанства, т.е. да са в състояние да поддържат фамилия си енергиен баланс.

Основна грижа на потребителя в началото на отоплителния сезон е да осигури и разпредели собствения си запас от първична енергия Q_p по възможните енергоносители Q_i (ток, газ, твърдо или течено гориво):

$$Q_p = \sum_i Q_i \cdot f_{pi} \text{ [kWh] } , \quad (1)$$

където f_{pi} е коефициент на трансформация към съответния първичен енергоносител.

От балансова гледна точка е необходимо подлежащият на разпределение запас от първична енергия да бъде не по-малък от необходимия бруто топлинен запас на сградата за годината $Q \leq Q_p$, в който са включени необходимата топлина за отопление през отоплителния период Q_h , годишното количество топлина за битова гореща вода Q_{tw} и топлинните загуби за поддържане на домашните инсталации $Q_{инст}$, с отчитане на количеството топлина от регенерация и възстановяеми източници Q_r :

$$Q = Q_h + Q_{tw} + Q_{инст} - Q_r \text{ [kWh]}. \quad (2)$$

Следващият етап включва определянето на парциалните съставляващи на необходимия годишен бруто топлинен баланс. За целта могат да се използват както известни теоретични или емпирични уравнения [1, 2] така и статистически данни. Като приблизителна ориентировъчна база могат да послужат общите препоръки на съюза на производителите на строителни материали в Германия (EnEV) [2]:

1. Приблизителното годишно количество топлина Q_h за отопление на еднофамилно жилище с площ 120 m^2 възлиза на около 6000 kWh , което изисква съответно 8000 kWh първична енергия или 800 литра течно гориво.
2. Необходимото количество енергия за битова топла вода за едно 3-4 членно семейство възлиза на около 1500 kWh , което отговаря на $3500 - 4500 \text{ kWh}$ първична енергия.
3. Третата енергийна част, покриваща инсталационните загуби възлиза на 4000 kWh електроенергия, отговаря общо на 12000 kWh първична енергия.

След тази предварителна обща информация може да се пристъпи към определянето на топлинния баланс на сградата при пресмятането на топлинните загуби и печалби по схемата, представена на фиг.1. В процеса на пресмятане на топлинните загуби и печалби, освен класическите топлопреносни уравнения и националните системи за енергийна ефективност на България и Германия [1, 2, 3, 4] се посочват за сравнение и части от изчислителните процедури от стандарти [5, 6].

Енергиен баланс и процедура за оценка на енергийното състояние на сградите

Обща схема:

1. Пресмятане на специфичните топлинни загуби $H_{l,m}$
 - А. Загуби от топлопреминаване през сградните ограждения H_T .
 - Б. Специфични вентилационни загуби H_v .
2. Топлинни загуби за периода.

$$Q_{i,m}=(H_T + H_v) \cdot 0,024(v_i - v_L) \cdot t_m$$

3. Вътрешни (Q_i) и външни (Q_s) печалби.

4. Необходимо количество топлина за отопление.

$$Q_h = Q_I - \eta(Q_i + Q_s)$$

5. Количество топлина за битова гореща вода Q_{tw} .

6. Количество топлина от регенерация Q_r .

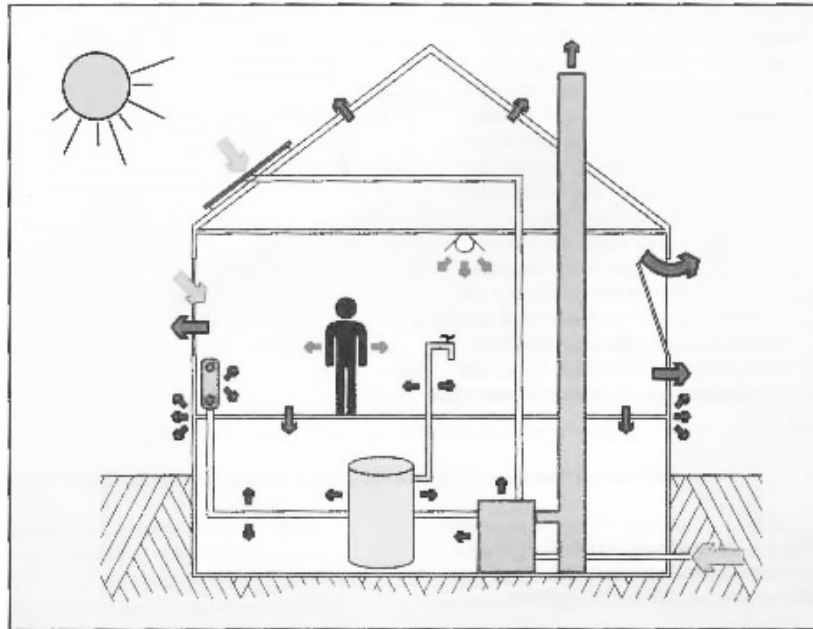
7. Загуби в инсталацията $Q_{инст}$.

8. Необходим бруто-енергиен запас за годината.

$$Q = Q_h + Q_{tw} + Q_{инст} - Q_r$$

9. Запас на първична енергия.

$$Q_p = \sum_i Q_i \cdot f_{pi}$$



Фиг.1. Схематично представяне на топлинните загуби и печалби в енергийния баланс на сградата

I. Пресмятане на специфичните топлинни загуби

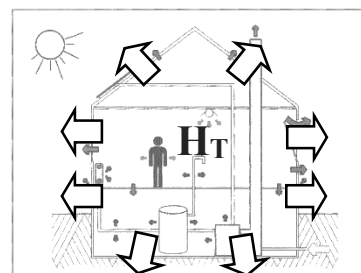
1.1. Специфични топлинни загуби от топлопреминаване през външните ограждения на сградата H_T [W/K]

Общо уравнение : $H_T = \sum UAF_x + H_{WB}$ [W/K]

DIN4108-6

$$H_T = \sum U_i A_i F_{Xi} + \Delta U_{WB} \cdot A + \Delta H_{T, FH}$$
 [W/K]

EnEV



$$H_T = \sum U_i A_i F_{X_i} + 0,05A \text{ [W/K] ,}$$

където :

U_i - коефициент на топлопреминаване през огражденията (стени, прозорци, покрив, под)

A_i, A - площ на стената (сградата)

ΔU_{WB} - топлинни загуби и коефициент на загуби от топлинни мостове

F_{X_i} - корекционни коефициенти $F_{X_i} = 0,5-1,0$

$\Delta H_{T, FH}$ - поправки за стенни и подови отопления.

1.2. Специфични вентилационни загуби на сградата (инфилтрация)

$$H_v \text{ [W/K]}$$

Общо уравнение: $H_v = 0,34nV \text{ [W/K]}$

DIN 4108

Вентилация:

Свободна: $H_v = 0,34 n \cdot V = 0,34(0,7-0,1) V_{2,n}$

Принудена: $H_v = 0,34 ((1 - \eta_v) + n_x) V$

по EnEV,

където

$H_v = 0,163 V_e$ - неуплътнена сграда

$H_v = 0,19 V_e$ - уплътнена сграда

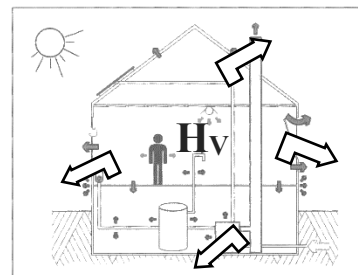
$0,34 \text{ [Wh/m}^3\text{K]}$ - специфична топлина

h - число на естествена циркулация на въздуха [h^{-1}]

n_{ani} - число на циркулация на уредбата [h^{-1}]

η_v - фактор на пренасяне на топлина

$V_e = (0,7-0,8) V_I$ - нето обем на сградата [m^3]



1.3. Общи топлинни загуби на сградата за отопляемия период (месец)

$$Q_i \text{ [kWh]}$$

Общо уравнение:

$$Q_i = (H_T + H_v) 0,024 (\theta_i - \theta_{I,m}) t \text{ [kWh]}$$

DIN 4108

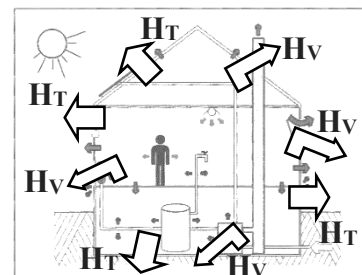
$$Q_{i,m} = (H_T + H_v) 0,024 (\theta_i - \theta_{I,m}) t_m \text{ [kWh]}$$

където:

$(\theta_i - \theta_{I,m})$ - разлика между вътрешната и външна температура за периода (месец)

t_m - брой дни за отопляемия период (месец)

θ_i - по стандарт или по желание на обитателя



$\theta_{l,m}$ - по климатични данни за месеца.

1.4. Специфични топлинни загуби през стените на единица площ H'_T [W/m²K]

$$H'_T = H_T/A_N = H_T/0,32V_e$$

$A_N = 0,32V_e$ - отопляема площ.

Гранични (максимални) стойности на H'_T сградата.

$H'_{Tmax} = 0,3 + 0,15/(A/V_e)$ - при жилищни сгради или офиси с прозоречна площ под 30%

$H'_{Tmax} = 0,35 + 0,27/(A/V_e)$ - при нежилищни сгради с прозоречна площ над 30%

Стойностите на H'_T и H'_{Tmax} се записват в сертификата за сравнение.

II. Вътрешни и външни печалби на топлина (хора, машини, осветление, слънце)

2.1. Печалби от вътрешни източници (метаболизъм, електроуреди, осветление, слънце), собствени отпадни топлинни източници) Q_i

Общо уравнение.

$$Q_i = q_i \cdot A_N \cdot 0,024 \cdot t \text{ [kWh]}$$

DINV 4108-6

$$Q_{i,m} = q_i \cdot A_N \cdot 0,024 \cdot t_M$$

EnEV

$$Q_i = 0,22 \cdot A_N = 0,22 \cdot 0,32 \cdot V_e \cdot t,$$

където:

t, t_M - брой дни през периода (месеца)

$A_N = 0,32 V_e$ - отопляема площ

$q_i = 5 \text{ W/m}^2$ - при жилищни сгради

$q_i = 6 \text{ W/m}^2$ - при административни сгради.

2.2. Слънчеви печалби

Общо уравнение

$$Q_s = \Sigma I_s \cdot \Sigma F_F \cdot F_s \cdot F_c \cdot 0,9g \cdot A_w \text{ [kWh]}$$

DINV 4108-6

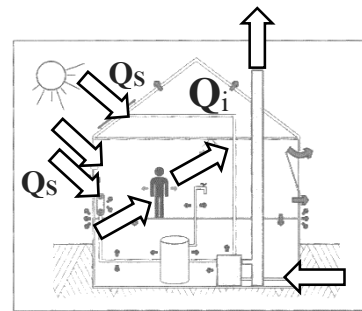
- през прозорците:

$$Q_s = \Sigma (I_{s,m}) \cdot \Sigma F_F \cdot F_s \cdot F_c \cdot A_w \cdot 0,024 \cdot t_M$$

- през непроницаеми стени с отчитане и на излъчването им:

$$Q'_s = A_i \cdot F_F \cdot F_s \cdot \alpha \cdot g_{Ti} \cdot U/U_e \cdot I_{sj} - U \cdot A_j \cdot F_f \cdot K_{S,e} \cdot h_r \cdot \Delta \theta_{ic,R} \cdot 0,024 \cdot t_M$$

EnEV



$$Q_s = \sum(I_{s,m})_j \cdot \sum 0,567 g_i A_{w_i} t \text{ [kWh]}$$

където:

A_w - активна площ на прозорците

$I_{s,m}$ - интензивност на излъчването за месеца

F_F - фактор на рамката (% на остъклената повърхност) $F_f \sim 0,7$

F_S - коригиращ фактор на засенчване

F_C - намаляващ фактор на слънцезащитни приспособления

0,9g - пропускливост на стъклото при различни ъгли

R_e - топлинно съпротивление на стената

F_f - фактор на формата $F_r=0,5$ при леки сгради; $F_r=1,0$ - тежки сгради.

h_r - коефициент на излъчване при продължително слънцегреене $h_r = 5,0,9$

$\alpha = (0,2 - 0,8)$ - степен на абсорбиране на енергията

$\Delta\theta_{ie,R}$ - температурна разлика между околния въздух и небето

U, U_e - коефициент на преминаване на топлината през сградата и стената.

2.3. Коефициент на оползотворяване на топлинните печалби η

Коефициентът η е функция на отношението “печалби/загуби” Q_g/Q_L и на способността на сградата да икономисва топлина, което зависи от нейния тип (масивна или лека).

$\eta \cdot Q_g = \eta (Q_i + Q_s)$ - част на оползотворената топлинна печалба.

Ред на пресмятане по DIN 4108-6.

1. Пресмята се отношението “печалби/загуби”

$$\gamma = Q_g/Q_L$$

2. Пресмята се времеконстантата на сградата

$$\tau = C_{ак}/H_T,$$

където:

$C_{ак}$ - акумулиращата способност на сградата.

$C_{ак} = 15 \cdot V_e$ - за леки сгради;

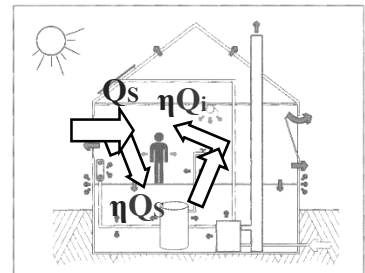
$C_{ак} = 50 \cdot V_e$ - за тежки сгради

H_T - специфични загуби от топлопреминаване.

3. Пресмята се параметъра

- $a = 1 + \frac{\tau}{16}$ - при месечен изчислителен метод

- $a = 0,8 + \frac{\tau}{28}$ - при сезонен изчислителен метод



4. Коефициент на оползотворяване на печалбите.

$$\eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}} \text{ при } \gamma \neq 1$$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \text{ при } \gamma = 1$$

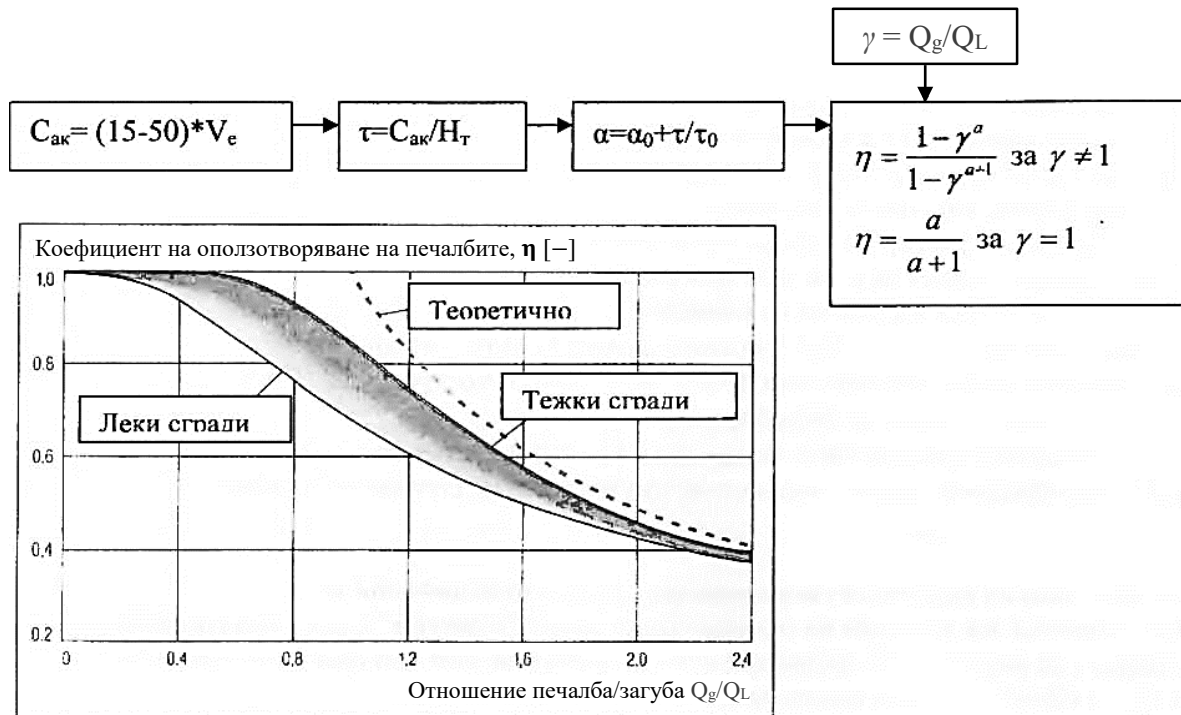
при $\gamma \gg 1$ - излишни прегрявания, които се вентилират от потребителя.

EnEV

$\gamma \approx 0,95$ - за тежки сгради,

$\gamma \approx 0,90$ - за леки сгради (зима)

$\gamma \approx 0$ - (лято)



Фиг.2. Коефициент на оползотворяване на печалбите

III. Пресмятане на необходимата топлина за отопление през отоплителния период

$Q_h [kWh]$

Получава се чрез сумиране на положителните месечни топлинни нужди.

$$Q_h = Q_I - \eta (Q_i + Q_s)$$

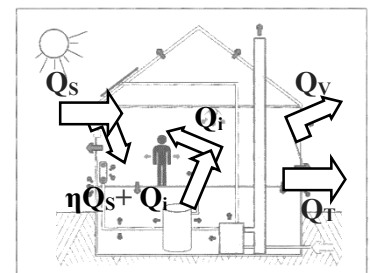
DIN 4108-6

$$Q_h^{год} = \sum [Q_{I,M} - \eta_{a,M} (Q_{i,M} + Q_{s,M})], [kWh]$$

EnEV

$$Q_h = 66(H_T + H_V) - 0,95(Q_i + Q_s)$$

където:



$Q_{\Sigma}, Q_{\Sigma, M}$ - общи загуби на топлина за периода (месеца)

$\eta, \eta_{a, M}$ - коефициент на оползотворяване на притока на топлина за периода

$Q_{i, M}, Q_{s, M}$ - месечен приток на топлина от вътрешни и соларни източници.

IV. Необходим бруто топлинен запас за годината Q [kWh]

$$Q = Q_h + Q_{tw} + Q_{\text{инст}} - Q_r, \text{ [kWh]}$$

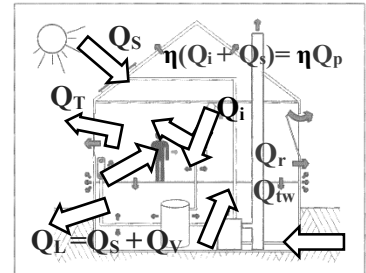
където:

Q_h - необходима топлина за отопление през годината

Q_{tw} - годишно количество топлина за битова гореща вода

$Q_{\text{инст}}$ - загуби в инсталацията за отопление и битова гореща вода

Q_r - количество топлина от регенерация и възстановяеми източници



V. Запас на първична енергия Q_p

Брутният топлинен запас за годината се разпределя по видовете първични енергоносители (твърдо, течно, газ и др.)

$$Q_p = \sum_i Q_i \cdot fp_i,$$

където $\sum_i Q_i = Q$ - брутен топлинен запас

Q_i - част от брутния топлинен запас, задоволяван от i -тия енергоносител.

fp_i - коефициент на трансформация към първичните енергоносители (табл.1)

Таблица 1

Коефициент на трансформация към първичните енергоносители

Енергоносители		Коефициент на трансформация
Горива	Течно гориво	1,1
	Природен газ	1,1
	Втечен газ	1,1
	Каменни въглища	1,1
	Кафяви въглища	1,2
Топлина от топлоелектрически	Изкопаеми горива	0,7
	Възобновяеми горива	0,0
Топлина от топлоцентралите	Изкопаеми горива	1,3
	Възобновяеми горива	0,1
Електроенергия	Променлив ток	3,0

За приблизителни пресмятания на запаса на първична енергия на единица активна площ се използва (DIN 4108-6 и DIN 4701-10 и EnEV):

$$Q_p = I_p (q_h + q_{t,w}) = I_p (q_h + 12,5) \text{ [kWh/m}^2 \cdot \text{год]},$$

където:

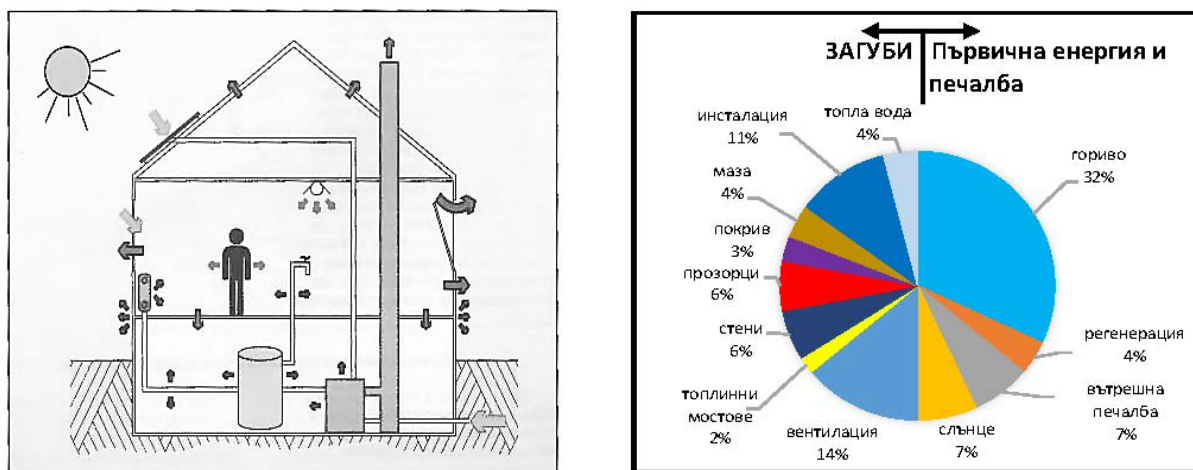
I_p - инвестиционно число, отчитащо всички загуби на инсталациите за отопление, вентилация и БГВ (DIN V 4701-10)

$$q_h = Q_h / A$$

$$q_{t,w} = Q_{t,w} / A \approx 12,5$$

VI. Елементи на топлинния баланс

На фиг. 3 са представени резултатите от примерен бруто-енергиен баланс на сграда от типа на показанията на фиг. 1. В лявата страна на кръговата диаграма е показано разпределението на загубите Q_L , а в дясната – разпределението на енергийните източници и печалби Q_g .



Фиг. 3. Разпределение на елементите на топлинния баланс

Норми :

За отопление на жилище от 120m^2 – $Q_h^{\text{год}} \approx 6000\text{kWh} \rightarrow Q_h^{\text{год}} \approx 8000\text{kWh} \rightarrow 800$ литра гориво.

За гореща вода на 4-членно семейство – $Q_{t,w}^{\text{год}} \approx 1500\text{kWh} \rightarrow Q_{p,t,w}^{\text{год}} \approx (3500 \div 4000)\text{kWh}$, електроенергия за домакинство $4000\text{kWh} \rightarrow 12000\text{kWh}$ първична енергия плюс 500kWh за управление на инсталацията.

VII. Климатични фактори, референтни (допустими) стойности и потребителски (управляващи) действия

1. Разпределение по DIN V4701-10 на страната в 15 климатични области с отклонение от средните температури (-12 +35)% и на слънчевото лъчение (-13 +10)%
2. Изолационен стандарт на сградата
3. Използваема площ на сградата $A_N = 0,32V_e$ - DIN V 4108-6 и EnEV
4. Допустима максимална стойност по EnEV

- специфични топлинни загуби през стените на единица площ

-за жилища или офис с прозоречна площ под 30 %

$$H_T^{\text{доп}} = 0,3 + \frac{0,15}{A/V_e}, [\text{W/m}^2\text{K}]$$

-за сгради с прозоречна площ над 30 %

$$H_T^{\text{доп}} = 0,35 + \frac{0,24}{A/V_e}, [\text{W/m}^2\text{K}]$$

- годишно количество първична енергия Q_p, q_p :

- жилища с подгряване на водата с изкопаеми енергоносители

$$q_p = 50,94 + 75,29 A/V_e + \frac{2600}{100+A_N}, [\text{kWh/m}^2\text{год}]$$

- жилища с подгряване на водата с ток

$$q_p = 72,94 + 75,29 A/V_e, [\text{kWh/m}^2\text{год}]$$

- нежилищни сгради без нужда от топла вода

$$q_p = 9,9 + 21,4 A/V_e, [\text{kWh/m}^2\text{год}].$$

5. Управляващи действия на потребителите .

А. Поддържане на желан температурен комфорт (влияние върху топлинния баланс чрез вътрешната температура Q_i).

$Q_i^{\text{cp}} \approx 20^\circ\text{C}$; за еднофамилни къщи $Q_i^{\text{cp}} \approx 19^\circ\text{C}$; за многофамилни къщи $Q_i^{\text{cp}} \approx 21^\circ\text{C}$.

Отклонения от θ_i^{cp} , $\theta_i < 5\text{k}$

При $\Delta\theta_i = 1\text{k} \rightarrow \Delta\theta_i' \approx 5\%$

В. Поддържане на желан вентилационен комфорт.

Резервите за управление на енергопотреблението чрез управление на вентилационния режим и намаляване на загубите от инфилтрация са в границите $\Delta\theta_p'' = (5-17)\%$

ВАЖНО!

Мерките за икономия на енергията чрез редуциране на нивото на удобството са

неприемливи и са довели до огромни строителни щети, особено в стари постройки.

С. Регулиране на количеството на битовата гореща вода чрез използване на съвременна арматура и апаратура.

Дневната необходимост от битова гореща вода с температура около 50°C за четиричленно семейство е между 70 и 1150 литра. Резервите за управление в това направление са (2-4)%.

D. Саниране на части от сградата: стени до 6%, прозорци до 6%, покрив до 3%, маза до 4%, топлинни мостове до 2%.

Общите резерви за намаление на загубите чрез саниране са от порядъка на (20-22)%.

Е. Подобряване на техническото състояние и начина на управление на инсталацията. Резервите за управление в това направление са между 6 и 12%. Най-съществените загуби по инсталацията се дължат на т.н. "организационни причини": дълги паропроводи и водопроводи, минаващи през неотопляеми помещения, топлоизлъчващи кабели, неподходящо монтирани котли и бойлери, неаргументирана намеса на потребителите в степента на използване на отоплението и вентилацията.

VIII. Енергоспестяващи мерки

Част от тези мерки бяха разгледани при описанието на отделните загуби, но ние ще споменем най-важните от тях .

Мерки за сградните ограждения.

- ремонт и уплътняване на прозорците.
- топлинно изолиране на покрива.
- топлинно изолиране на външни стени.

Мерки за системите за отопление и битова гореща вода.

- инсталиране на централен регулатор на отоплителната система;
- инсталиране на индивидуални термостатни радиаторни вентили;
- инсталиране на високоефективни душеви разпръскватели и ограничители на дебита на крановете в баните и в кухните.

Комбинираните мерки.

Тъй като едновременното предприемане на всички горепосочени мерки е трудно, може след провеждането на предварителен анализ да се изпълнят подходящи комбинации от тях. Ще се спрем малко по-подробно на част от енергоспестяващите мерки.

1. Енергоспестяващи мерки по ограждащите елементи на сградите.

- поставяне на допълнителна изолация на външните стени с цел намаляване на

инфилтрацията и на коефициента на топлопреминаване;

- уплътняване на фугите във фасадите с цел намаляване на инфилтрацията;
- ремонт и подмяна на входните врати с цел намаляване на инфилтрацията и на коефициента на топлопреминаване;
- ремонт и подмяна на междинните врати с цел намаляване на инфилтрацията и топлопреминаването;
- ремонт на прозорците с цел намаляване на инфилтрацията;
- поставяне на нови прозорци с цел намаляване на инфилтрацията и топлопреминаването и увеличение на енергопреминаването от слънцето;
- допълнително изолиране на покрива с цел намаляване на топлопреминаването;
- допълнително изолиране на пода с цел намаляване на топлопреминаването.

Отсъствието на строителен материал, който да изпълнява едновременно всички функции на ограждащите елементи, налага изграждането им с многокомпонентна структура. Движението на топлината и влагата външните ограждащи елементи може да се регулира чрез подходящ избор на вида и мястото на топлоизолацията и пароизолацията. Хидроизолацията трябва да бъде предпазена от прегряване, деформации и стареене, а топлоизолацията от овлажняване (строителна влага, водни пари, дъждовна вода).

Не се препоръчва вграждането във външните стени на вентилационни канали и комини, поради опасността от кондензация на водни пари.

2. Енергоспестяващи мерки по отоплителната система.

- балансиране на отоплителната система, монтиране и подмяна на ступени термостатични вентили с цел поддържане на необходимата средна вътрешна температура;
- монтиране на затворен разширителен съд с цел намаляване на загубите в мрежата;
- отстраняване на течове с намаление на загубите в мрежата;
- изолиране на тръбопроводи и вентили с цел намаляване на загубите в мрежата;
- ремонт и подмяна на системата за автоматично управление;
- настройка на горелката с цел подобряване на КПД на топлоснабдяването;
- почистване на котела от нагар с цел подобряване на КПД на топлоснабдяването.

3. Енергоспестяващи мерки в системата за битова гореща вода (БГВ).

- монтиране на водоспестяващи душови глави;
- въвеждане на управление на душовете във времето;
- монтиране на термостатични смесители на душове и кранове;
- управление на време на работа на циркуляционната помпа за БГП;

- отстраняване на течове;
- изолация на тръбопроводи и вентили;
- термостатичен контрол (управление) на температурата на топлата вода;
- монтиране на термopомпа;
- оползотворяване на топлината от отпадната вода.

4. Енергоспестяващи мерки по осветителната система.

- инсталиране на енергийно-ефективна **осветителна** система;
- контрол (регулиране) на постоянен интензитет на осветеността;
- монтиране на система за автоматично управление;
- управление според присъствието на хора.

Потребителят може да участва активно в процеса на управление на енергийната ефективност на собственото си стопанство!

Литература:

1. Калоянов Н. Г. Върху енергийните характеристики на сградите като интегрирани системи. Хабилизационен труд за получаване на научното звание професор, 2009
2. EnEV Energie – Einsparverordnung, Beratungs stellen der Ziegel industrie e.V. Bonn
3. G.-W.Mainka/H. Pashen, Wärmebrücken Katalog, W.G.Plubner, Stuttgart, 1986
4. БДС EN ISO 10077-1 – Топлинни характеристики на прозорци, врати и капаци. Изчислителен метод. Част 1: Опростен метод.
5. БДС EN ISO 13370 – Топлинни характеристики на сградите. Топлоренасяне през земята. Изчислителен метод.
6. БДС EN ISO 13489 – Топлинни характеристики на сградите. Коефициент на топлинните загуби. Изчислителен метод.
7. DIN 4108-6
8. DIN V4701-10