

---

**FACTORS AND A SYSTEM OF MODELS FOR MEASURING THEIR IMPACT ON  
THE ECONOMIC EFFICIENCY OF INVESTMENT IN IMPROVING BUILDINGS  
CONDITION**

**Venelin Terziev, Ph.D D.Sc**

University of Rousse, Rousse, Bulgaria,  
National Military University, Veliko Tarnovo, Bulgaria  
University of Telecommunications and Post, Sofia, Bulgaria

**Krasimir Enimanev, Ph.D**

University of Rousse, Rousse, Bulgaria,  
University of Telecommunications and Post, Sofia, Bulgaria

**Svetoslava Enimaneva, M.Sc**

National Military University, Veliko Tarnovo, Bulgaria

**Abstract:** The making of a model for management of buildings condition needs at first place to identify factors and their potential influence. As such has been recognizes the thickness of the thermoinsulation material, the energy savings provided by this material, the prices for the energy source used in the building and the size of investment in laying the thermoinsulation on the building. Measuring the impact of each factor requires specific analytical model. In addition, all these models can be combined in a system for evaluating the economic efficiency of an investment in overall building thermoinsulation. Expectations are that this system of models will allow to appraise in advance any investment when choosing among multitude thermoinsulation materials and having different energy sources within the building.

**Keywords:** economic efficiency, energy efficiency, investment models.

**ФАКТОРИ, ОПРЕДЕЛЯЩИ РАЗМЕРА НА ИНВЕСТИЦИИТЕ В ПОВИШАВАНЕ  
НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА СГРАДИТЕ**

**Венелин Терзиев**

Професор, доктор на икономическите науки, доктор на науките (Национална сигурност),  
Русенски университет „Ангел Кънчев”, Русе, България  
Национален военен университет „Васил Левски”, Велико Търново, България  
Висше училище по телекомуникации и пощи, София, България

**Красимир Ениманев**

Професор, доктор на науките,  
Русенски университет „Ангел Кънчев”, Русе, България  
Висше училище по телекомуникации и пощи, София, България

**Светослава Ениманева**

докторант,  
Национален военен университет „Васил Левски”, Велико Търново, България

Обект на моделиране са технически възможните варианти за саниране – външно и вътрешно полагане на изолацията. Изпълнителите по правило отдават приоритетна външното полагане на топлоизолацията, но клиентите следва да получават отговор и на въпроса доколко е приемливо и целесъобразно вътрешното полагане. Всеки от вариантите имат своите предимства и недостатъци<sup>86</sup>.

**Външно полагане на топлоизолацията:**

---

<sup>86</sup>Назърски, Д. Санирането на сгради – алтернатива за подобряването на тяхната топлоизолация и енергоикономичност. сп. Топлотехника за бита, бр.7, 2004:17-19.

*предимства* – външните стени през лятото се нагриват по-слабо, като се намалява акумулираното количество топлина във външните стени, освежава се фасадата на сградата;

*недостатъци* - изолацията от нагриването на стените и покривите през лятото старее по-бързо; разходите за изпълнение на топлоизолацията се повишават вследствие използването на скеле, защитни ограждения и транспорт; от нормативна гледна точка се изисква съгласието, а в някои случаи и участието със средства, на всички собственици на обособени имоти в сградата за процедурата на саниране; губят се средства за подобряване на вътрешния интериор на сградите, особено общинските, каквито са училищата, детските градини, болници и пр.

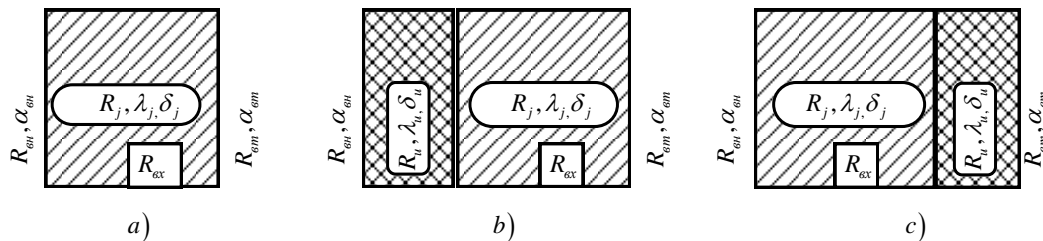
**Вътрешно полагане на топлоизолацията:**

*предимства* – физическото остаряване на топлоизолацията се забавя; разходите за направа на вътрешната изолация са по-ниски в сравнение с външното ѝ полагане; всеки собственик самостоятелно взема решение за саниране на жилището си; ограничава се акумулацията на топлина през зимата в ограждащите стени; увеличава се акумулираното количество топлина във вътрешните преградни стени;

*недостатъци* – увеличава се акумулираното количество топлина от външните стени през лятото.

Графично вариантите за изпълнение на топлоизолация са представени на *фиг.1*. Определящите параметри и зависимостите между тях са изведени от нормите за проектиране на топлоизолацията на сгради<sup>87</sup>, схемите за изпълнение на топлоизолацията (съгл. *фиг.1*) името диктата за определяне на очакваната икономия на енергия<sup>88</sup>.

Размерът на инвестицията за направа на топлоизолацията зависи както от техническите характеристики и цените на влаганите материали, така и от варианта на изпълнение – външно или вътрешно полагане. Изчисляването на т.нар. анализна цена (поелементна калкулация) за изпълнението на 1 кв.м. топлоизолация се извършва съгласно трайно възприети в практиката уедрени сметни норми (УСН) в строителството<sup>89</sup>, както и посредством специализиран софтуер – в конкретния случай Building Manager<sup>90</sup> (*табл.1*).



*фиг. 1.* Схематично изображение и определящи параметри на вариантите

<sup>87</sup>Наредба

<sup>88</sup>Ениманева, С., К. Андонов, К. Ениманев. Влияние на икономията на енергия върху икономическата ефективност на изолацията при санирането на сградите. сп. Икономика и управление на селското стопанство, София, бр.2, 2005: 33-40.

<sup>89</sup>Прието е в практиката разходите за единица строителна продукция да се наричат „разходни норми”. До 1991г. цената за всеки вид строително-монтажна работа (СМР) се образува на базата на нормативно определени разходни норми на материали, труд и механизация. Тези разходни норми са разработени в периода 1976-1978г. въз основа на точно определени технологии и организация на процесите при използването на тогава материали и технологии. Същите са групирани и публикувани в институционално утвърдени сборници под наименованието „уедрени сметни норми” (УСН). Либерализацията на строителните цени след 1991г. води до отмяна на задължителното прилагане на тези разходни норми, вследствие на което те добиват препоръчителен характер. Проектантите ги възприемат като разчети, а инвеститорите и възложителите на обществени поръчки с договорна клауза често ги използват като база за разплащане с изпълнителите на СМР. Немалка част от УСН са съвременени с използването към днешна дата материали съобразно предписаната от производителя разходна норма. Понастоящем едно от утвърдените в сектор „строителство” издателства, които предлагат на пазара нови, актуализирани разработки на сборници с разходни норми и ежегодни справочници за анализни цени на СМР, е „Стройексперт-СЕК“ ООД, които са използвани за целите и на настоящото изследване.

<sup>90</sup>специализиран софтуерен продукт за ценообразуване в строителството, разработен от „Бизнес Софт“ ООД и понастоящем използван от институционални органи за инвеститорски контрол.

Twelfth International Scientific Conference  
**KNOWLEDGE WITHOUT BORDERS**  
 31.3-2.4.2017, Vrnjacka Banja, Serbia

за изпълнение на изолацията  
*(a – преди полагане на изолацията; b – външно полагане на изолацията;  
 c – вътрешно полагане на изолацията)*

**Таблица 1**

<b>Елементи и зависимости, определящи размера на инвестицията в саниране на сгради чрез топлоизолация</b>		
Анализна цена (лв./м <sup>2</sup> )	Вариант на изпълнение	
	външно полагане	вътрешно полагане
Разходна норма на труд (лв./ч.ч.)	$T_{вн}$	$T_{вм}$
Допълнителни разходи към труда (лв.)	$n_T \cdot T_{вн}$	$n_T \cdot T_{вм}$
Разходна норма на материали (лв./м <sup>2</sup> ; лв./кг; лв./м <sup>3</sup> )	$M_{вн} = (\delta_u \cdot S_u + M_{допвн})$	$M_{вм} = (\delta_u \cdot S_u + M_{допвм})$
Допълнителни разходи за материали (лв.)	$n_M \cdot M_{вн}$	$n_M \cdot M_{вм}$
Разходи за механизация (лв.)	$C_{вн}$	<i>неприложимо</i>
Допълнителни разходи за механизация (лв.)	$n_c \cdot C_{вн}$	<i>неприложимо</i>
Печалба	$n_{пч} \cdot (T_{вн} + n_T \cdot T_{вн} + M_{вн} + n_M \cdot M_{вн} + C_{вн} + n_c \cdot C_{вн})$	$n_{пч} \cdot (T_{вм} + n_T \cdot T_{вм} + M_{вм} + n_M \cdot M_{вм})$

Алгоритъмът за калкулиране на анализна цена принципно е унифициран независимо от вида на строително-монтажната работа (СМР), която се изпълнява и обхваща разходите за труд, материали и механизация, както и свързаните с тях допълнителни разходи.

Разходите за труд се остойностяват въз основа на вложеното време труд, измерено в човекочасове (ч.ч.) за съответния вид СМР и определеното възнаграждение за 1 човекочас. Необходимостта от начисляване на допълнителни разходи за труд произтичат от нормативните изисквания за социално осигуряване и използването на лични предпазни средства при изпълнение на СМР, а в някои случаи и с осигуряване на транспорт на наетите лица до мястото на изпълнение на строителните дейности. Възприето е допълнителните разходи за труд да се изчисляват като процент от стойността на същинския разход на труд, който варира от 70% до 100%.

Разходите за материали се остойностяват въз основа на количеството вложени материали (кг, лм, м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>, бр., т.н.) и тяхната нетна цена (без косвени данъци) за единица количество. Начисляването на допълнителни разходи за материали произтича от съпътстващи доставно-складови дейности при изпълнение на СМР и евентуално минимално превишаване на заложената разходна норма на използваните материали. Аналогично, допълнителните разходи за материали се определят като процент от стойността на същинските разходи за материали в границите 10-15%.

Разходите за механизация произтичат от употребата на различни машини и оборудване в хода на изпълнение на СМР и свързаните с тях дейности по монтаж и демонтаж. Остойностяването на тези разходи, когато са свързани с използването на специализирана машина, се извършва на база количеството време работа на машината, измерено в машиночасове (мшч.) и съответното му възнаграждение (цена, без косвени данъци). Когато механизацията се свежда до монтаж и демонтаж на специализирано оборудване, в случая строително скеле, то разходите представляват стойността (заплащането) на разходеното време за изпълнение на монтажните дейности. Допълнителните разходи за механизация произтичат от наложителните дейности по поддръжка и евентуален ремонт на оборудването, както и от съпътстващата неговата употреба физическа амортизация. В зависимост от вида на оборудването и интензивността на неговото използване допълнителните разходи за механизация варират от 30% до 100% от стойността на същинските разходи за механизация.

Въз основа на калкулативните схеми от табл.1 и вариантите на изпълнение, за определяне на размера на необходимата инвестиция за 1 кв.м. топлоизолация, са изведени зависимостите:

- за външно изпълнение

$$K_{\text{вн}} = (1 + \pi_{\text{пч}}) \left[ (1 + \pi_{\text{т}}) T_{\text{вн}} + (1 + \pi_{\text{м}}) (\delta_u S_u + M_{\text{допвн}}) + (1 + \pi_{\text{с}}) C_{\text{вн}} \right] \quad (1),$$

- за вътрешно изпълнение

$$K_{\text{внт}} = (1 + \pi_{\text{пч}}) \left[ (1 + \pi_{\text{т}}) T_{\text{внт}} + (1 + \pi_{\text{м}}) (\delta_u S_u + M_{\text{допвнт}}) \right] \quad (2),$$

където:

$\pi_{\text{м}}$ ,  $\pi_{\text{т}}$ ,  $\pi_{\text{с}}$  и  $\pi_{\text{пч}}$  са процентите съответно за допълнителен разход на материали, труд, механизация и за печалба (%),

$\delta_u$  - дебелината на положената изолация (м),

$K_{\text{вн}}$ ,  $K_{\text{внт}}$  - размерът на инвестицията съответно при външно и вътрешно полагане на изолацията (лв./м<sup>2</sup>).

Независимо от обстоятелството кой от вариантите за изпълнение на санирането чрез топлоизолация ще бъде избран - външно или вътрешно полагане, всеки от тях следва да отговаря на две ключови условия - защита от образуване на конденз и икономическа ефективност<sup>91</sup>.

Защитата от образуване на конденз практически е условие за качество на изпълнение на топлоизолацията и фиксира базисното (минимално от гледна точка на качеството) ниво на дебелината на изолацията, регламентирано съгласно нормите за проектиране на топлоизолацията на сгради:

$$\delta_u = \left[ \frac{(t_i - t_{e_i})}{\Delta t \cdot \alpha} - R \right] \cdot \lambda_u \quad (3), \text{ където } t_i \text{ е}$$

изчислителната (технологично желаната) температура на въздуха вътре в сградата, °C;

$t_e$  - изчислителната температура на външния (атмосферен) въздух, °C;

$\Delta t$  - температурният пад между температурата на вътрешния въздух и температурата на вътрешната повърхнина на стената, °C;

$\alpha$  - коефициентът на топлопредаване от вътрешния въздух към вътрешната повърхнина на стената, W/m<sup>2</sup>.K.

$R$  - съпротивлението на топлопреминаване на ограждението преди санирането, m<sup>2</sup>.K/W.

Изпълнението на условието за икономическа ефективност означава сумарните специфични приведени разходи за изпълнението и поддръжката на топлоизолацията да бъдат минимални. Това условие се удовлетворява, в случай че дебелината на изолацията има оптимален размер:

$$\delta_{u_{\text{opt}}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (t_i - t_{e_i}) \cdot \tau_{0_i} \cdot 10^{-3} \cdot S_e \cdot \lambda_u}{E \cdot S_u}} - R \cdot \lambda_u \quad (4), \text{ където } \delta_{u_{\text{opt}}}$$

е икономически ефективната дебелина на изолацията (м),

$S_e$  - цената на икономисаната (спестена) енергия, лв/kWh,

$\tau_{0_i}$  - часовете на задържане на стойностите на температурите на атмосферния въздух през отоплителния сезон по месеци (h),

$S_u$  - цената на топлоизолационния материал (лв./м<sup>3</sup>),

$\lambda_u$  - коефициентът на топлопроводност на изолационния материал, W/m<sup>2</sup>.K.

<sup>91</sup>Ениманев, К., К. Андонов. Модел за управление на качеството при проектиране на ограждащите стени на селскостопански сгради. сп. Икономика и управление на селското стопанство, София, бр.6, 2000.

**Моделиране влиянието на базисното ниво на инвестицията в саниране чрез топлоизолация**

Базисното (минимално) ниво на инвестицията за изпълнение на санирането се определя от тази дебелина на съответния топлоизолационен материал, при която за всяко от помещенията на сградата няма да се образува конденз. При определянето на минимално необходимата инвестиция следва да се изходи от основния топлофизически показател, определящ нивото на изолация - съпротивление на топлопреминаване, което се нормира<sup>92</sup> и се определя според зависимостта:

$$R = \frac{(t_i - t_{e_i})}{\Delta t \cdot \alpha} \quad (5),$$

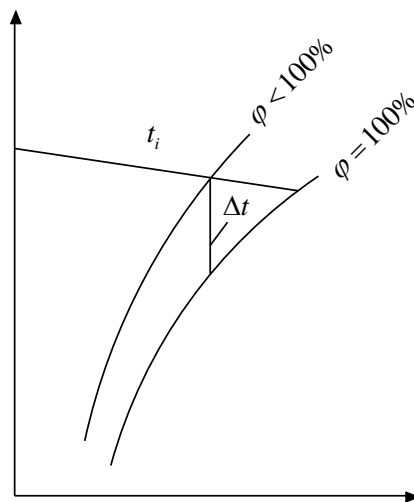
където  $t_i$  е изчислителната (технологично желаната) температура на въздуха вътре в сградата,  $^{\circ}\text{C}$  ;

$t_{e_i}$  - изчислителната температура на външния (атмосферен) въздух,  $^{\circ}\text{C}$  ;

$\Delta t$  - температурният пад между температурата на вътрешния въздух и температурата на вътрешната повърхнина на стената,  $^{\circ}\text{C}$  ;

$\alpha$  - коефициентът на топлопредаване от вътрешния въздух към вътрешната повърхнина на стената,  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ .

Коефициентите  $n$  и  $\alpha$  са нормативно определени, като за външни стени техните стойности са съответно  $n = 1$  и  $\alpha = 8,7 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ <sup>93</sup>. Температурният пад  $\Delta t$  също е регламентиран в нормите за проектиране топлоизолацията на сгради, но е определен само спрямо температурните условия, без да се отчита влиянието на относителната влажност на вътрешния въздух. Влажността се отразява много чувствително върху пада. За установяване на връзката между пада и влажността е направена преценка при температура на вътрешния въздух от  $5^{\circ}\text{C}$  до  $30^{\circ}\text{C}$  и вариране на неговата относителна влажност от 40% до 95%. Използвана е I-Dдиаграмата за влажния въздух<sup>94</sup> (фиг.2).



**фиг.2.**Разположение на температурният падмежду температурата на вътрешния въздух и температурата на вътрешната повърхнина на стената на I-D диаграмата

Повърхнината на разпределение на температурния пад в зависимост от промяната на относителната влажност на вътрешния въздух е представена на фиг.3. Тази повърхнина ще определя и варирането на инвестицията в саниране на стените във функция от относителната влажност на вътрешния въздух.

<sup>92</sup>Норми за проектиране на топлоизолацията на сгради

<sup>93</sup>Невенкин, Ст. И колектив. Топлотехнически справочник. Издателство „Техника“, София, 1990.

<sup>94</sup>пак там.

В аналитичен вид връзката може да се представи като полином от втори ред:

$$\Delta t = A.\varphi^2 + B.\varphi + C$$

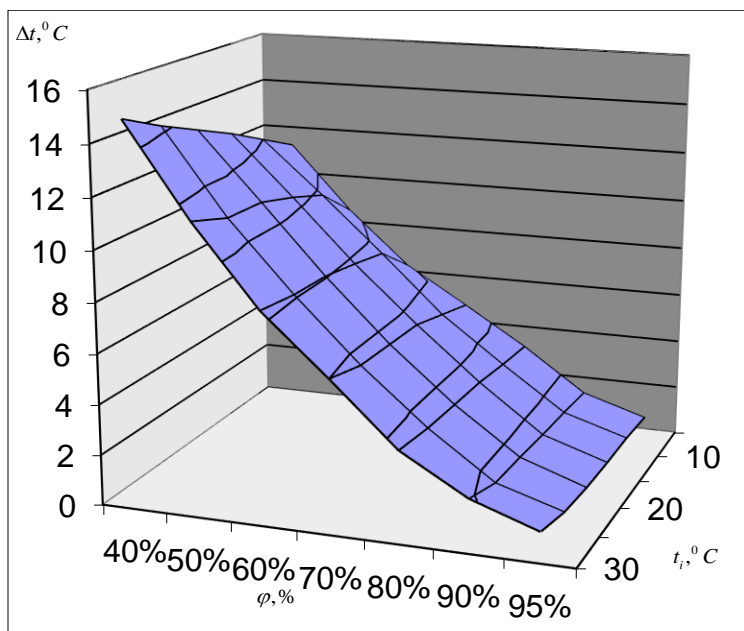
(6), където А,В

и С са коефициентите на регресионните модели (за някои от изследваните модели тези коефициенти са представени в табл.2),

$\varphi$  - относителната влажност на въздуха в съответното помещение, %.

Таблица 2

Регресионни модели на температурния пад		
Температура, °С	Уравнение	Корелация
30	$\Delta t = 22.248\varphi^2 - 54.849\varphi + 33.32$	$R^2 = 0.9995$
25	$\Delta t = 17.397\varphi^2 - 47.724\varphi + 30.459$	$R^2 = 0.9999$
20	$\Delta t = 12.0998\varphi^2 - 39.854\varphi + 27.584$	$R^2 = 0.9998$
15	$\Delta t = 8.468\varphi^2 - 33.799\varphi + 25.03$	$R^2 = 0.9998$
10	$\Delta t = 7.378\varphi^2 - 30.97\varphi + 23.31$	$R^2 = 0.9994$
5	$\Delta t = 10.55\varphi^2 - 33.156\varphi + 22.605$	$R^2 = 0.9974$



фиг.3.Повърхнина на разпределение на температурния пад във функция от относителната влажност на вътрешния въздух

В зависимост от температурният пад, като се отчита и влиянието на относителната влажност на въздуха в помещението, чрез уравнение (5) се получават стойностите за съпротивлението на топлопреминаване  $R_{K\min}$ , при които се осигурява защитата от конденз. Тези стойности се приемат за минимално допустимите, които трябва да се постигнат в резултат на санирането, като

$$R_{K\min} = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha_0} + \sum_1^n \frac{\delta_{c_i}}{\lambda_{c_i}} + \frac{\delta_{u_{\min}}}{\lambda_u} \quad (7), \text{ където } \alpha_0 \text{ е}$$

коефициентът на топлопредаване от външната повърхнина на стената към външния въздух,  $W / m^2 .K$  ;

$\delta_{c_i}$  - дебелините на съставните слоеве на стената,  $m$  ;

$\lambda_{c_i}$  - коефициентите на топлопроводност на материалите, от които са направени съставните слоеве на стената,  $W/m.K$ .

От формула (7) се извежда зависимостта за определяне на дебелината на изолационния слой, осигуряващ защитата от конденз:

$$\delta_{u_{\min}} = \left[ R_{K_{\min}} - \left( \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha_0} + \sum_1^n \frac{\delta_{c_i}}{\lambda_{c_i}} \right) \right] \lambda_u \quad (8).$$

Минималното ниво на инвестицията при външно и вътрешно полагане на топлоизолацията може да се определи, като се извърши остойностяване на санирането на стените при дебелина на изолацията  $\delta_{u_{\min}}$  съгласно алгоритъма на калкулативните схеми (2.1) и (2.2), които придобиват вида

- при външно изпълнение

$$K_{\text{вн}_{\min}} = (1 + \pi_{\text{пч}}) \left[ (1 + \pi_T) T_{\text{вн}} + (1 + \pi_M) (\delta_{u_{\min}} S_u + M_{\text{допвн}}) + (1 + \pi_C) C_{\text{вн}} \right] \quad (9),$$

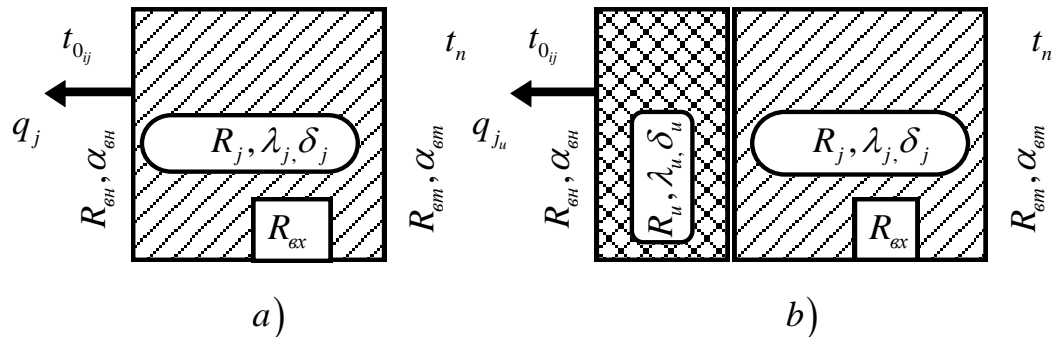
- при вътрешно изпълнение

$$K_{\text{вн}_{\min}} = (1 + \pi_{\text{пч}}) \left[ (1 + \pi_T) T_{\text{вн}} + (1 + \pi_M) (\delta_{u_{\min}} S_u + M_{\text{допвн}}) \right] \quad (10).$$

#### Моделиране влиянието на икономията на енергия

Исходни условия

Съпротивлението на топлопреминаване на даден обект се установява чрез непосредствено измерване, като се използват действащите норми за проектиране на отоплителните инсталации на сградите и се отчитавлиянието на климатичния район. Границите на промяна на съпротивленията на топлопреминаване са от 1 до 2,5  $m^2.K/W$  95.



a) b)  
 фиг.4. Изчислителни схеми за параметрите на стената преди (a) и след санирането (b)

#### Построяване на модела

За точно определяне на топлинните загуби на помещенията, нивото на съпротивленията на топлопреминаване следва да се отчита преди и след полагане на топлоизолацията. Съпротивленията на топлоотдаване от вътрешната  $R_{\text{вн}}$  и външната страна  $R_{\text{вн}}$  на ограждението не се променят. Реално

<sup>95</sup>Норми за проектиране на отоплителни, вентилационни и климатични инсталации. Издателство „ABC Техника“, София, 2001.

съпротивленията на топлопреминаване след санирането нарастват според отношението  $\delta_u / \lambda_u$  <sup>96</sup> (фиг.4).  
 Съгласно поставените изходни условия са изведени зависимостите:

*-преди полагане на изолацията*

$$(2.11) \quad Q_{mз} = Q_m + Q_{\epsilon},$$

$$(2.12) \quad Q_m = \sum_j q_j$$

$$(2.13) \quad q_j = \frac{(t_n - t_{uz} - \Delta t_a) \cdot z_0}{R_{em} + \sum_j R_j + R_{ex} + R_{en}},$$

$$(2.14) \quad q_j = k \cdot f \cdot (t_n - t_{uz} - \Delta t_a) \cdot z_0,$$

$$(2.15) \quad k = \frac{1}{R_{em} + \sum_j R_j + R_{ex} + R_{en}};$$

*- след полагане на изолацията*

$$(2.16) \quad Q_{mз_u} = Q_{m_u} + Q_{\epsilon_u}$$

$$(2.17) \quad Q_{m_u} = \sum_j q_{j_u},$$

$$(2.18) \quad q_{j_u} = \frac{(t_n - t_{uz} - \Delta t_a) \cdot z_0}{R_{em} + \sum_j R_j + R_{ex} + R_{en} + R_u}$$

$$(2.19) \quad q_{j_u} = k_u \cdot f \cdot (t_n - t_{uz} - \Delta t_a) \cdot z_0$$

$$(2.20) \quad k_u = \frac{1}{R_{em} + \sum_j R_j + R_{ex} + R_{en} + R_u},$$

$$(2.21) \quad \Delta q_j = q_j - q_{j_u},$$

$$(2.22) \quad H_{e_i} = \frac{\delta_{u_i}}{R \cdot (\lambda_{u_i} + \delta_{u_i})} \cdot D \cdot 10^{-3} \cdot S_e,$$

$$(2.23) \quad D = t_i \cdot G_{m \times n} - F_{m \times n} \cdot G_{m \times n},$$

$$(2.24) \quad F_{m \times n} = \begin{vmatrix} t_{0_{11}} \\ \dots \\ t_{0_{11}} \\ \dots \\ t_{0_{n1}} \end{vmatrix}, \quad (2.25) \quad G_{m \times n} = \begin{vmatrix} \tau_{0_{11}} \tau_{0_{12}} \dots \tau_{0_{1j}} \dots \tau_{0_{1m}} \\ \dots \\ \tau_{0_{i1}} \tau_{0_{i2}} \dots \tau_{0_{ij}} \dots \tau_{0_{im}} \\ \dots \\ \tau_{0_{n1}} \tau_{0_{n2}} \dots \tau_{0_{nj}} \dots \tau_{0_{nm}} \end{vmatrix},$$

където  $Q_{mз}, Q_{mз_u}$  са топлинните загуби преди ( $Q_{mз}$ ) и след полагане ( $Q_{mз_u}$ ) на изолацията,  $W / m^2$ ;

$Q_m, Q_{m_u}$  - загубите от топлопреминаване през стената преди ( $Q_m$ ) и след ( $Q_{m_u}$ ) полагане на изолацията,  $W / m^2$ ;

$Q_{\epsilon}, Q_{\epsilon_u}$  - топлината, необходима за подгръвяване на постъпващия външен въздух (инфилтрацията) преди ( $Q_{\epsilon}$ ) и след ( $Q_{\epsilon_u}$ ) полагане на изолацията,  $W / m^2$ ;

$q_j, q_{j_u}$  - потоците на топлинните загуби преди и след полагане на изолацията,  $W / m^2$ ;

<sup>96</sup>пак там.



$t_n$  - температурата на въздуха в помещението,  $^{\circ}C$  ;

$t_{из}$  - изчислителната температура на външния въздух,  $^{\circ}C$  ;

$\Delta t_a$  - корекционната температурна разлика,  $^{\circ}C$  ;

$z_0$  - корекционният коефициент за небесна ширина;

$f$  - повърхнината на строителния елемент,  $m^2$  ;

$k, k_u$  - коефициентите на топлопреминаване преди ( $k$ ) и след полагане ( $k_u$ ) на топлоизолация,  $W/m^2.K$  ;

$\alpha_{вн}$  - коефициентът на топлоотдаване на вътрешната повърхнина,  $W/m^2.K$  ;

$\alpha_{вн}$  - коефициентът на топлоотдаване на външната повърхнина,  $W/m^2.K$  ;

$\delta_j$  - дебелината на съответния слой от стената,  $m$  ;

$\lambda_j$  - коефициентът на топлопроводност на съответния слой от стената,  $W/m.K$  ;

$R_j = \frac{\delta_j}{\lambda_j}$  - съпротивлението на топлопроводност на  $j$  – я слой от строителния елемент,  $m^2.K/W$  ;

$R_{вн} = \frac{1}{\alpha_{вн}}$  - съпротивлението на топлоотдаване на вътрешната повърхнина на строителния елемент,  $m^2.K/W$  ;

$R_{вн} = \frac{1}{\alpha_{вн}}$  - съпротивлението на топлоотдаване на външната страна на строителния елемент,  $m^2.K/W$  ;

$R_u = \frac{\delta_u}{\lambda_u}$  - съпротивлението на топлопроводност на изолационния слой от строителния елемент,  $m^2.K/W$  ;

$R_{ex}$  - съпротивлението на въздушен пласт,  $m^2.K/W$  ;

$\delta_{u_i}$  - дебелината на изолационният слой,  $m$  ;

$\lambda_{u_i}$  - специфичният коефициент на топлопроводност на изолационния материал,  $W/m.K$  ;

$R_c$  - съпротивлението на топлопреминаване на стената (ограждението) преди санирането,  $m^2.K/W$  ;

$R$  - съпротивлението на топлопреминаване на стената (ограждението) след санирането,  $m^2.K/W$  ;

$S_e$  - цената на икономисаната енергия,  $лв/kWh$  ;

$t_i$  - поддържаната отоплителна температура в сградата,  $^{\circ}C$  ;

$F_{n \times m}$  - детерминантата на разпределение на температурите на атмосферния въздух през отоплителния сезон;

$G_{n \times m}$  - детерминантата на часовете на задържане на стойностите на температурите на атмосферния въздух през отоплителния сезон;

$t_{0ij}$  - стойностите на атмосферния въздух през отоплителния сезон,  $^{\circ}C$  ;

$\tau_{0ij}$  - часовете на задържане на стойностите на температурите на атмосферния въздух през отоплителния сезон,  $h$  .

**Зависимост между топлофизичните характеристики и цените на иновативните индустриални продукти за топлоизолация**

Параметрите за класифициране на топлоизолационните материали в строителството, по отношение на топлофизическите им характеристики, се представят по групи съобразно вида и предназначението им<sup>97</sup>, а именно: естествени камъни (обемна плътност  $\rho = 1700 \div 2800 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c=840 \div 920 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda =0.93 \div 3.49 \text{ W/m.K}$ ); бетони (обемна плътност  $\rho = 850 \div 2500 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c=840 \div 1450 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda =0.14 \div 1.63 \text{ W/m.K}$ ); разтвори и мазилки (обемна плътност  $\rho = 350 \div 1800 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c= 920 \div 1050 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda =0.1 \div 0.93 \text{ W/m.K}$ ); битуми и асфалтови материали и продукти (обемна плътност  $\rho = 500 \div 2100 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c=1050 \div 1460 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda =0.09 \div 0.7 \text{ W/m.K}$ ); зидарии (обемна плътност  $\rho = 900 \div 2680 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c=920 \div 1050 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda =0.9 \div 3.2 \text{ W/m.K}$ ); насипни материали (обемна плътност  $\rho = 150 \div 1600 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c=840 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda =0.06 \div 1.1 \text{ W/m.K}$ ); почви (обемна плътност  $\rho = 1400 \div 2700 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c=840 \div 920 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda =1.5 \div 3.5 \text{ W/m.K}$ ); метални, гипсови и азбесто-циментови продукти (обемна плътност  $\rho = 500 \div 11500 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c=380 \div 840 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda = 0.35 \div 380 \text{ W/m.K}$ ); дърво и продукти от него (обемна плътност  $\rho = 400 \div 800 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c=1250 \div 2090 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda =0.081 \div 0.41 \text{ W/m.K}$ ); ефективни топлоизолационни материали (обемна плътност  $\rho = 15 \div 300 \text{ kg/m}^3$ , специфичен топлинен капацитет  $c= 840 \div 1500 \text{ J/kg.K}$ , коефициент на топлопроводност  $\lambda =0.06 \div 0.18 \text{ W/m.K}$ ).

Санитарето на сградите се осъществява, като се използват материали от групата „ефективни топлоизолационни”, например минералната вата, чийто коефициент на топлопроводност  $\lambda \leq 0.06 \text{ W/m.K}$ . Данните от извършено обстойно проучване на тази група материали са синтезирани в *табл. 5*.

Данните, съдържащи се в *табл.5*, носят информация за определящите икономическата и архитектурно-строителна ефективност показатели на проектите за саниране на сгради. Налице са също и някои връзки между показателите, които е важно да се отбележат:

1. Материалите с повишена топлоизолационна способност (ниски стойности на коефициента на топлопроводност) са по-леки, в резултат на което масата на сградата ще нараства в по-малка степен при санитарето. При равни други условия, и самата дебелина на изолационния слой, и степента на увеличаване на обема на сградата при външно полагане, както и намаляването на обема на помещенията при вътрешно полагане, също ще бъдат по-малки.

**Таблица 5**

<b>Топлофизични характеристики и цени на ефективните топлоизолационни материали</b>							
№	Топлоизолационни материали	Обемна плътност $\rho$ ( $\text{kg/m}^3$ )	Спец. топл. капацитет $c$ , $\text{J/kg.K}$	Коефициент на топлопроводност $\lambda$ ( $\text{W/m.K}$ )	Число на дифуз. съпр. на водна пара $\mu$	Цена	
						мярка	лева
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Минерална вата	200	840	0.041	1	$\text{m}^3$	138
2	Корк експандиран	120	1670	0.041	10	$\text{m}^3$	4450
3	Корк импрегниран	160	1670	0.041	22		
4	Плочи от полистирен (на блокове)	15	1260	0.041	25		
		20	1260	0.041	35		
		25	1260	0.041	40		
		30	1260	0.041	45		

<sup>97</sup> Назърски, Д. Строителни изолации. Издателство „Св. Наум“, София, 2004. стр.185.

Twelfth International Scientific Conference  
**KNOWLEDGE WITHOUT BORDERS**  
 31.3-2.4.2017, Vrnjacka Banja, Serbia

5	Полистирен (формован в пресформа)	20	1260	0.041	40		
		25	1260	0.041	50		
		30	1260	0.041	60		
6	Плочи от фенол, изрязани от блокове	40	1260	0.041	35		
		60	1260	0.041	40		
7	Плочи от полиуретан, изрязани от блокове	30	1380	0.035	40		
		40	1380	0.035	50		
8	Поливинилхлоридни плочи	50	1260	0.041	200		
9	Екструдирани полистирен	20	1500	0.030	80		
		60	1500	0.040	250		
10	Плочи от дървесни влакна	190	2000	0.045	10		
11	Дюшеци от стъклена вата	14	840	0.038	1		
		23	840	0.034	1		
		30	840	0.032	1		
		60	840	0.032	1		
		80	840	0.034	1		
12	Дюшеци и плочи от минерална вата	30	840	0.038	1		
		80	840	0.034	1		
		100	840	0.033	1		
		160	840	0.037	1		
		180	840	0.039	1		
13	Перлитови плочи	150	1000	0.060	5		
14	Пеностъкло	140	1100	0.060	∞		
15	Пенополиуретанова пяна	15	1500	0.025	30		
		80	1500	0.040	100		
16	Камъшит						
17	Гума	800	800	0.046	2		
18	Линолеум	1000	1470	0.160	10000		
		1200	1880	0.190	500		
19	Талашитови плоскости						
	над 15 mm	550	2010	0.140	11		
	над 25 mm	500	1670	0.099	8		
	над 35 mm	450	1670	0.093	6		
	над 50 mm	400	1670	0.081	5		

[http://www.gbuild-bg.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=83&Itemid=90&lang=bg](http://www.gbuild-bg.com/index.php?option=com_content&task=view&id=83&Itemid=90&lang=bg)

2. Специфичният топлинен капацитет (коэффициент на топлопоглъщане) на материалите с повишена топлоизолационна способност има по-ниски стойности и топлоакмулиращата им способност е по-малка.

3. От друга страна, цените на материалите с повишена топлоизолационна способност са по-високи.

Описаните взаимовръзки към настоящия момент не са били обект на взаимно изследване, с оглед получаването на съответни индекси за степента на промяна на геометричните размери и обемите, на акумулирането на топлина, на цената на вариантите при избора на изолационни материали и въвеждането им в технико-икономическите модели при проектирането на обектите.

#### **Моделиране влиянието на дисконтирания паричен поток, генериран от икономията на енергия**

Инвестиционните решения, които се вземат при саниране на сградите, се опират на базовата концепция за произтичащите икономии на енергия. Вследствие на тази икономия става възможно частично или пълно погасяване на финансовия ресурс, вложен в повишаването на енергийната ефективност на сградите. Предсрочното изплащане на вложените средства в случаите, когато имат характер на заемни

средства, се очаква да бъде съпроводено с прилагането на дисконт (отбив)<sup>98</sup>. В този аспект възниква и необходимостта от изследване нивата на дисконта, който ще характеризира инвестиционния процес при реализация на проектите за саниране на сградите чрез топлоизолация. Към настоящия момент не са известни изследвания, касаещи влиянието на дисконта върху съкращаването сроковете на изплащане на кредитите, отпускани за санирането на сградите.

От значение е да се моделира и изследва дисконта, съобразно промяната на часградусите през отоплителния период и нивата на изменение на съпротивленията на топлопреминаване вследствие на санирането.

Дисконтът (сумата на отбива)  $D_{e_i}$ , който се приема, че ще се приспада от задължението, вследствие на икономията на енергия за даден интервал от време (месец)  $I_{e_i}$  се изразява посредством зависимостта

$$(2.26) \quad D_{e_i} = \frac{I_{e_i} \cdot \tau_i \cdot d}{36000},$$

където  $I_{e_i}$  е постигната (очаквана) икономия на енергия, лв;

$\tau_i$  - дисконтовият срок на предсрочното изплащане на частта от задължението, бр. дни;

$d$  - нормата на дисконта(отстъпката), която се прави при предсрочното изплащане на 100 лв. дължима сума.

В стойностно изражение икономията на енергия се определя съгласно формулата (27), с отчитане на спецификата на процеса на изпълнение на топлинната изолация:

$$(2.27) \quad I_{e_i} = \sum_1^n \left[ \frac{(t_i - t_{0_i}) \cdot \tau_{0_i}}{R} - \frac{(t_i - t_{0_i}) \cdot \tau_{0_i}}{R_c} \right] \cdot S_e \cdot 10^{-3},$$

където  $R$  е съпротивлението на топлопреминаване на стената (ограждението) преди санирането,  $m^2 \cdot K / W$ ;

$R_c$  - съпротивлението на топлопреминаване на стената (ограждението) след санирането,  $m^2 \cdot K / W$ ;

$S_e$  - цената на икономисаната енергия,  $лв / kW \cdot h$ ;

$t_i$  - поддържаната отоплителна температура в сградата,  $^{\circ}C$ ;

$t_{0_{ij}}$  - стойностите на атмосферния въздух през отоплителния сезон,  $^{\circ}C$ ;

$\tau_{0_{ij}}$  - часовете на задържане на стойностите на температурите на атмосферния въздух през отоплителния сезон по месеци,  $h$ .

След преобразуването на уравнение (27) и въвеждането на данните за величините  $t_{0_{ij}}$  и  $\tau_{0_{ij}}$ <sup>99</sup>, за очакваното ниво на икономия на енергия се получава зависимостта, изведена по-горе (22).

Получените модели (22),..., (27) представят връзката на дисконта  $D_{e_i}$  с очакваната икономия на енергия вследствие на санирането  $I_{e_i}$  във функция от доминиращите фактори - дисконтовият срок на предсрочното изплащане на частта от задължението ( $\tau_i$ ), дисконтовият процент(отстъпката) ( $d$ ), дебелината на изолационния слой ( $\delta_{u_i}$ ), специфичният коефициент на топлопроводност на изолационния

<sup>98</sup>Аспарухова, И., Й. Йорданов, Ст. Стефанов, Й. Кръстев. Финансова математика. АИ „Ценов“, Свищов, 1999:60-64.

<sup>99</sup>Климатичен справочник на България – том 3. Издателство „Наука и техника“, София, 1983.

материал ( $\lambda_{u_i}$ ), съпротивлението на топлопреминаване на стената (ограждението) преди санирането ( $R_c$ ), цената на икономисаната енергия ( $S_e$ ), поддържаната отоплителна температура в сградата ( $t_i$ ), влиянието на климатичните райони ( $t_{0ij}$ ).

**Моделиране влиянието на минималните специфични приведени годишни разходи**

Минималните специфични приведени годишни разходи (МСПГР) се формират като сума от паричната стойност на годишните загуби на енергия за отопление и отчисленията за връщане на кредита. Редуциране на МСПГР се постига чрез стойността на икономията на енергия и евентуалното приложение на дисконт. Освен това, полагането на изолацията е едноактен процес на усвояване на инвестициите и протича в течение на кратки срокове - дни, месеци. Това дава основание функцията на МСПГР при двата варианта за изпълнение на санирането да се изрази, както следва:

- при външно полагане на изолацията

$$(2.28) \quad z_{вн} = [W_{заг} - (I_e + D_e)] + E \cdot K_{вн}$$

- при вътрешно полагане на изолацията

$$(2.29) \quad z_{внт} = [W_{заг} - (I_e + D_e)] + E \cdot K_{внт},$$

където  $z_{вн}, z_{внт}$  са минималните специфични годишни приведени разходи, съответно при външно и вътрешно полагане на изолацията,  $лв / m^2 \cdot год$ ;

$W_{заг}$  - разходите за отоплението при отсъствието на изолация,  $лв / m^2 \cdot год$ ;

$E$  - коефициентът на отчисление за възстановяването на кредита,  $1 / год$ .

Минималните приведени разходи са често използван в топлотехниката критерий, за изчисляването на който се използва зависимостта  $\Pi = E + E_n \cdot K$ , където  $E$  съответно са годишните експлоатационни разходи в лв.,  $K$  - капиталните вложения, а  $E_n$  енормативният коефициент на ефективност. Получените на базата на тази зависимост резултати за различните варианти на изпълнение се сравняват, като за по-изгоден логично се приема вариантът с по-ниски приведени разходи<sup>100</sup>.

Коефициентът на отчисленията за възстановяването на кредита  $E_n$ , използван като нормативен коефициент за икономическа ефективност, вече следва да се разглежда в смисъла на променлив параметър при определяне на икономически ефективния срок за възстановяване на финансовия ресурс, вложен в санирането.

Уравненията (28) и (29), след като се въведат в тях зависимостите (22),..., (26) и преобразуват, придобиват вида:

- при външно полагане на изолацията

$$(2.30) \quad z_{вн} = \left( 1 - \frac{\delta_u}{R \cdot \lambda_u + \delta_u} \cdot F \right) \cdot J + H_{вн} \cdot E \cdot S_u \cdot \delta_u + L_{вн} \cdot E + Z_{вн} \cdot E$$

$$(2.31) \quad F = 1 - \sum_1^k \frac{\tau_i \cdot d}{36000}$$

$$(2.32) \quad J = \frac{D_e \cdot S_e \cdot 10^{-3}}{R}$$

$$(2.33) \quad H = (1 + n_{нч})(1 + n_M)$$

$$(2.34) \quad L_{вн} = (1 + n_{нч})(1 + n_M) T_{вн} + D_{вн}$$

<sup>100</sup>Технико-икономически показатели на ПСБОВ. Сп. Технологичен дом, София, 2008.

$$(2.35) \quad Z_{\text{вн}} = (1 + n_{\text{нч}})(1 + n_M) \cdot E \cdot M_{\text{донвн}}$$

- при вътрешно полагане на изолацията

$$(2.36) \quad z_{\text{вн}} = \left( 1 - \frac{\delta_u}{R \cdot \lambda_u + \delta_u} \cdot F \right) \cdot J + H_{\text{вн}} \cdot E \cdot S_u \cdot \delta_u + L_{\text{вн}} \cdot E + Z_{\text{вн}} \cdot E$$

$$(2.37) \quad L_{\text{вн}} = (1 + n_{\text{нч}})(1 + n_M) T_{\text{вн}} + D_{\text{вн}}$$

$$(2.38) \quad Z_{\text{вн}} = (1 + n_{\text{нч}})(1 + n_M) \cdot E \cdot M_{\text{донвн}}$$

След диференциране на уравненията (30) и (36), приравняването им към нула и преработване на равенствата, за оптималните дебелини на изолацията при външно и вътрешно полагане, се получава

$$(2.39) \quad \delta_{\text{опт}_{\text{вн}}} = \delta_{\text{опт}_{\text{вн}}} = \sqrt{\frac{R \cdot F \cdot J \cdot \lambda_u}{H \cdot E \cdot S_u}} - R \cdot \lambda_u,$$

където  $\delta_{\text{опт}_{\text{вн}}}$ ,  $\delta_{\text{опт}_{\text{вн}}}$  са дебелините на изолацията, съответно при външно и вътрешно полагане, при които сумарните специфични годишни разходи ще имат минимални стойности,  $m$ .

Въвеждайки уравнението (39) в зависимостите (30) и (36), за минималните специфични годишни приведени разходи се получава:

- при външно полагане на изолацията

$$(2.40) \quad z_{\text{вн}_{\text{min}}} = \frac{R \cdot \lambda_u}{\sqrt{A}} + H \cdot S_u \cdot (\sqrt{A} - R \cdot \lambda_u) + L_{\text{вн}} \cdot E + Z_{\text{вн}} \cdot E$$

$$(2.41) \quad A = \frac{R \cdot F \cdot J \cdot \lambda_u}{H \cdot E \cdot S_u}$$

- при вътрешно полагане на изолацията

$$(2.42) \quad z_{\text{вн}_{\text{min}}} = \frac{R \cdot \lambda_u}{\sqrt{A}} + H \cdot S_u \cdot (\sqrt{A} - R \cdot \lambda_u) + L_{\text{вн}} \cdot E + Z_{\text{вн}} \cdot E$$

Началната стойност на функциите на приведените разходи (уравнения (30) и (36)) ще се равнява на разходите за отоплението ( $W_{\text{заг}}$ , лв /  $m^2 \cdot \text{год}$ ) при отсъствието на топлоизолация.

#### Индексация на технико - икономическите показатели на изолационните материали

Постигането едновременно натехническа и икономическа ефективност на инвестициите в саниране изисква наред с разработените дотук модели да се разработят методи, целящи оптималния избор на изолационните материали. Определящите технико - икономически показатели на изолационните материали са плътността ( $\rho$ ,  $kg / m^3$ ), коефициентът на топлопроводност ( $\lambda$ ,  $W / m \cdot K$ ), специфичният топлинен капацитет ( $c$ ,  $J / (kg \cdot K)$ ) и цената ( $\text{Ц}$ , лв /  $m^3$ ). Нивата на тези три показателя се диктуват от съпротивлението на топлопреминаване  $R$ , ( $K \cdot m / W$ ), което се цели да бъде обезпечено като резултат от санирането на сградите. От значение е да се индексира влиянието на всеки от тези показатели върху икономическата ефективност на проектите за саниране на сградите.

Коефициентът на топлопроводност влияе върху дебелината на изолационните слоеве, вследствие на което частично се намалява обема на помещенията - при вътрешно полагане на изолацията, а при външно полагане се променят габаритните размери на сградата. От плътността зависи в каква степен ще нарастне масата на ограждащите стени на сградата, специфичният топлинен капацитет определя количеството топлина, която ще се акумулира в стените на сградата. Цената на изолационните материали е свързана с всяка от топлофизичните им характеристики. Като правило, индустриалните продукти с по-добри топлоизолационни характеристики са по-скъпи и обратно. Това налага търсенето на разделителната линия между ниво на

инвестицията в саниране, вида и дебелината на топлоизолационния материал, респективно качеството на проекта. Съобразно изложените изходни условия са дефинирани и синтезирани съответните индекси както следва:

*Индекс за дебелина на топлоизолационния слой ( $i_{\delta}, m/m$ ) и увеличение на заемания обем от изолацията ( $i_v, m^3/m^2$ ).* Дебелините на изолационните слоеве са пропорционални на коефициентите на топлопроводност. Като се приеме за базисен материалът с най-ниска топлопроводност, по отношение на индекса за дебелина на слоя се получава:

$$(2.43) \quad i_{\delta_j} = \frac{\lambda_{uj}}{\lambda_{u\min}} = \frac{\delta_{uj}}{\delta_{u\min}},$$

където  $\lambda_{u\min}$  е коефициентът на топлопроводност на най-добрия изолационен материал (базисния),  $W/m.K$ ;

$\lambda_{uj}$  - коефициентът на топлопроводност на съответния изолационен материал,  $W/m.K$ , за който се прави преценката;

$\delta_{u\min}$  - дебелината на най-добрия изолационен материал (базисния),  $m$ ;

$\delta_{uj}$  - дебелината на съответния изолационен материал,  $m$ .

Индексът за увеличаването на обема  $i_v$  е бъде равен числено на индексът  $i_{\delta}$ , но с дименсия  $m^3/m^2$ , като:

$$(2.44) \quad i_{v_j} = \frac{\lambda_{uj}}{\lambda_{u\min}}.$$

*Индекс за степента на увеличаване на масата на сградата от изолацията  $i_{\rho}$ .* Определя се като отношение на плътностите на изолационните материали  $\rho_j, kg/m^3$  към плътността на материала с минимален коефициент на топлопроводност  $\rho_{\lambda_{u\min}}, kg/m^3$ , или:

$$(2.45) \quad i_{\rho_j} = \frac{\rho_j}{\rho_{\lambda_{u\min}}},$$

където  $\rho_{\lambda_{u\min}}$  е плътността на най-добрия изолационен материал (базисния),  $kg/m^3$ ;

$\rho_j$  - плътността на съответния изолационен материал,  $kg/m^3$ .

*Индекс за степен на акумулиране на топлина  $i_Q$ .* Определя се като отношение между специфичните топлинни капацитети на материалите, а именно:

$$(2.46) \quad i_Q = \frac{c_j}{c_{\min}},$$

където  $C_j$  е специфичният топлинен капацитет на съответния материал,  $J/(kg.K)$ ;

$C_{\min}$  - специфичният топлинен капацитет на материала с минимална топлопроводност,  $J/(kg.K)$ .

Дебелините, обемите и масата на изолационните слоеве се свързват чрез индексите посредством зависимостите, представени в *табл.3*.

Индекс за цените  $i_{\Pi_j}, \text{лв} / \text{m}^3 \cdot \text{m}^2$ . Формира се като се преобразува цената за изолационния материал в лева за 1 куб. метър ( $\Pi_j, \text{лв} / \text{m}^3$ ). Базисна е цената на изолационния материал с най-нисък коефициент на топлопроводност  $\Pi_{u_{\lambda_{\min}}}, (\text{лв} / \text{m}^3)$ . Образуват се произведенията  $\Pi_{u_{\lambda_{\min}}} \cdot \delta_{u_{\min}}$  и  $\Pi_j \cdot \delta_j$ . Отношението между тях представлява индекса за цените на изолационните материали, или:

$$(2.47) \quad i_{\Pi_j} = \frac{\Pi_j \cdot \delta_j}{\Pi_{u_{\lambda_{\min}}} \cdot \delta_{u_{\min}}} = \frac{\Pi_j}{\Pi_{u_{\lambda_{\min}}}} \cdot i_{\delta_j} \leq 1.$$

**Таблица 3**

<b>Връзки между индексите на изолационните материали</b>			
Изолационен материал	Дебелина на слоя, $m$	Заеман обем върху $1 m^2$	Маса на слоя, $kg / m^2$
1. Материал с минимален коефициент на топлопроводност, $\lambda_{u_{\min}}, W / m.K$	$\delta_{u_{\min}}$	$\delta_{u_{\min}}$	$\rho_{\lambda_{\min}} \cdot \delta_{u_{\min}}$
2. Материал с по-висок коефициент на топлопроводност, $\lambda_j, W / m.K$	$i_{\delta_j} \cdot \delta_{u_{\min}}$	$i_{v_j} \cdot \delta_{u_{\min}}$	$i_{\delta} \cdot \rho_j \cdot \delta_{u_{\min}}$

Когато  $i_{\Pi_j} > 1$ , разходите за закупуването на изолационния материал с най-нисък коефициент на топлопроводност ще бъдат най-малки. При условие, че  $i_{\Pi_j} < 1$ , предимството е за изолационния материал с по-висок коефициент на топлопроводност, а при  $i_{\Pi_j} = 1$  вариантите са равнопоставени. В табл.4 са дадени индексите на основните изолационни материали, получени посредством формулите (43),..., (46), като се приема, че  $\delta_{u_{\min}} = 0.01 m$ .

**Таблица 4**

Материал	$\lambda_j, W / m.K$ $\rho_j, kg / m^3$	$i_{\delta}, m / m$	$i_v, m^3 / m^2$	$i_{\rho_j}$	Дебелина на слоя, $m$	обем върху $1 m^2$	Маса на слоя, $kg / m^2$
Полиуретан	0,017;30	1	1	1	0,01	0,01	0,3
Стиропор	0,037;20	2,17	2,17	0,67	0,0217	0,0217	0,434
Мин. вата	0,047;10	2,76	2,76	3,30	0,0276	0,0276	2,76

Данните от табл.4 имат примерен характер и показват, че на 1 сантиметър дебелина на изолацията от полиуретан еквивалент са 2,17 и 2,76 сантиметра стиропор и вата. Идентично е увеличението на обема на стената върху 1 кв.м. площ. Увеличението на масите върху 1 кв.м. площ е 1 : 1,447 : 9,2 пункта спрямо полиуретана.

При сега действащите цени, например при полистирола, който е базисен материал -  $\Pi_{u_{\lambda_{\min}}} = 475 \text{ лв} / \text{m}^3$ , на стиропора -  $\Pi_j = 210 \text{ лв} / \text{m}^3$  и на минералната вата -  $\Pi_j = 160 \text{ лв} / \text{m}^3$ , чрез зависимостта за ценовия индекс (2.47) се установява, че по-евтина ще е изолацията за полистирола при индекс за дебелината  $< 2.26$  спрямо стиропора и  $< 2.98$  спрямо минералната вата.

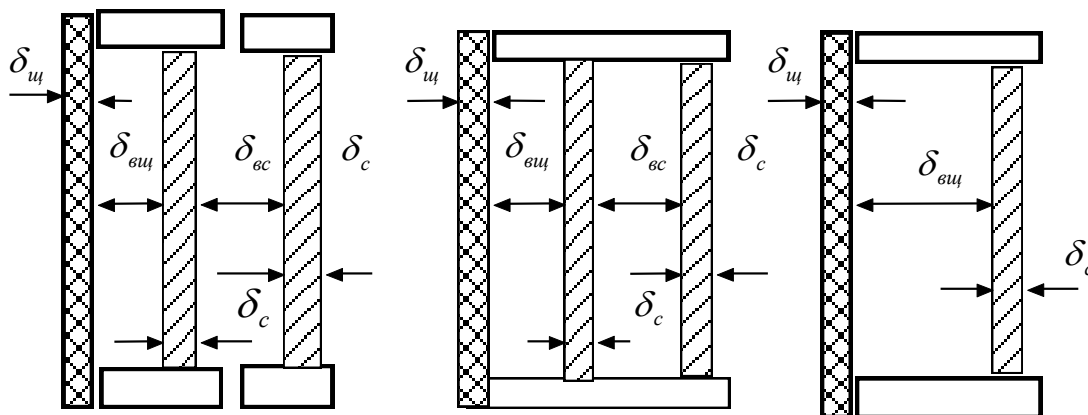
**Моделиране влиянието на ролетните щори върху икономическата ефективност от санирането на сградите**

Площта на прозорците спрямо тази на стените достига до 30% и повече проценти. Коефициентите на топлопреминаването на външните прозорци, балконските врати и покривните прозорци достигат до 6.66



$W/m^2.K$ , на външните врати до  $5.88 W/m^2.K$ . Коэффициентите на топлопреминаването на външните и преградни стени, подове, тавани топли покриви и пр. са в диапазона от 0,35 до  $1,6 W/m^2.K$ . Следователно от прозорците се губи от 1,4 до 7 пъти повече топлина от  $1 m^2$ . Често се внушава, че подмяната на прозорците води до икономия на топлина. Успоредно със санирането на сградите широко се монтират ролетните щори. Възниква въпросът, дали санирането да се съпроводи с поставянето, например на ролетни щори, без смяна на дограмата, съчетано с уплътнение на съществуващите прозорци. Наличието на щорите при спуснато състояние променя многократно коэффициентите на топлопреминаване на външните прозорци, балконски врати и пр. Следователно, допринася за значителен енергетичен ефект. От значение е да се установи енергетичния и икономически ефект от поставянето на ролетни щори.

Изходното начало за провеждането на изследването са вариантите схеми на съчетаване на ролетните щори с основните видове прозорци (фиг.5). Определящите размери са посочени на фигурата. Стойностите, интервалите и границите, в които всеки от размерите варира, са представени в табл.5.



фиг.5. Варианти схеми на съчетаване на щорите с прозорците  
 (1- с двойни стъкла и двойни рамки; 2 – с двойни стъкла в единична рамка;  
 3 – с единично стъкло и единична рамка)

Таблица 5

Стойности на определящите размери между щорите и прозорците								
№	Размер	Мярка, $m$						
		1	Дебелина на щората, $\delta_{щ}$	0,005				
2	Въздушна междина щора-прозорец, $\delta_{вщ}$	0,01	0,02	0,03	0,05			
3	Въздушна междина между стъклата, $\delta_{вс}$	0,01	0,03	0,05	0,07	0,09	0,011	0,013
4	Дебелина на стъклото, $\delta_с$	0,02	0,03	0,05				

Поставянето на ролетна щора променя съпротивлението на топлопреминаване. Съгласно схемите от фиг.5, разликите се изразяват чрез зависимостите, представени в табл. 2.5. Изведени са по вече известна и демонстрирана в настоящото изследване методика. В уравнения (48),..., (53) означенията са:

- $\alpha$  - коэффициентите на топлопредаване от въздуха в стаята към стъклото на прозореца,  $W/m^2.K$ ;
- $\alpha_0$  - коэффициентите на топлопредаване от стъклото на прозореца към външния въздух,  $W/m^2.K$ ;
- $\lambda_c$  - коэффициентите на топлопроводност на стъклата,  $W/m.K$ ;

$\lambda_g$  - коефициентите на топлопроводност на въздуха,  $W / m.K$  ;

$\lambda_{щ}$  - коефициентите на топлопроводност на щорите,  $W / m.K$  ;

$\delta_c, \delta_{вс}, \delta_{щ}, \delta_{вщ}$  - дебелините, съответно на стъклата, въздушната междина между стъклата, на щорите и въздушната междина между стъклата и щорите,  $m$  ;

$R_1, R_2, R_3$  - съпротивленията на топлопреминаване на прозорците преди поставянето на щорите, съответно с двойни стъкла и рамки, с двойни стъкла в единична рамка, с единични стъкло и рамка,  $K.m^2 / W$  ;

$R_{1щ}, R_{2щ}, R_{3щ}$  - съпротивленията на топлопреминаване на прозорците след поставянето на щорите, съответно с двойни стъкла и рамки, с двойни стъкла в единична рамка, с единични стъкло и рамка,  $K.m^2 / W$

Коефициентите на топлопреминаване на прозорците, балконските врати и горно осветление са представени в *табл.б*. За да се постигне дълбочина и представителност на изследването, данните са систематизирани, като са обхванати характерните и конкретни елементи и варианти на изпълнение: единично остъкляване; двойно остъкляване; единични прозорци и горно остъкляване; двускатни прозорци и горно остъкляване; балконски врати. Това като цяло изчерпва всеки възможен случай при поставянето на щорите.

**Таблица 6**

Зависимости за определяне промяната на съпротивлението на топлопреминаване след поставяне на ролетни щори			
№	Тип прозорци	Зависимости	
		Преди поставянето	След поставянето
1	С двойни стъкла и рамки	(2.48) $R_1 = \frac{1}{\alpha} + \frac{2 \cdot \delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_{вс}}{\lambda_g} + \frac{1}{\alpha_0}$	(2.51) $R_{1щ} = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_{щ}}{\lambda_{щ}} + \frac{2 \cdot \delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_{вс}}{\lambda_g} + \frac{\delta_{вщ}}{\lambda_g} + \frac{1}{\alpha_0}$
2	С двойни стъкла в единична рамка	(2.49) $R_1 = \frac{1}{\alpha} + \frac{2 \cdot \delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_{вс}}{\lambda_g} + \frac{1}{\alpha_0}$	(2.52) $R_{2щ} = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_{щ}}{\lambda_{щ}} + \frac{2 \cdot \delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_{вс}}{\lambda_g} + \frac{\delta_{вщ}}{\lambda_g} + \frac{1}{\alpha_0}$
3	С единични стъкло и рамка	(2.50) $R_1 = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_0}$	(2.53) $R_{3щ} = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_{щ}}{\lambda_{щ}} + \frac{\delta_{вщ}}{\lambda_g} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_0}$

**Таблица 7**

Коефициенти и съпротивления на топлопреминаване на прозорци, балконски врати и горно осветление			
№	Тип на стъклото, прозореца, вратата и горното осветление	Коефициент на топлопреминаване, $W / m^2 .K$	Съпротивление на топлопреминаване, $K.m^2 / W$
<i>Единично остъкляване</i>			
1	Чисто	5,88	0,17
2	Отразяващо	6,25	0,16
3	Абсорбиращо топлина	6,25	1
4	Ниско емисионен филм	4	0,25
<i>Двойно остъкляване</i>			

Twelfth International Scientific Conference  
**KNOWLEDGE WITHOUT BORDERS**  
 31.3-2.4.2017, Vrnjacka Banja, Serbia

1	Чисто + чисто	3,33	0,3
2	Отразяващо + чисто	3,33	0,3
3	Абсорбиращо топлина + чисто	3,45	0,29
4	Стъклопакет	2,5	0,40
<i>Единични прозорци</i>			
1	От дървесина	5,88	0,17
2	От дървесина, остъклен със стъклопакет	2,63	0,38
3	Със слепени крила	2,63	0,38
4	С метална рамка	6,66	0,15
5	Горно осветление, единичен, мет. рамка	6,66	0,15
<i>Двукатни прозорци</i>			
1	От дървесина	2,33	0,42
2	От поливинилхлоридни рамки	2,63	0,38
3	С метална рамка	3,22	0,31
4	Тройно остъкление в дър. рамка	1,92	0,52
5	Горно осветление в мет. рамка	2,08	0,48
<i>Балконски врати</i>			
1	Единична, от дървесина	5,88	0,17
2	От дървесина, със съединени крила	2,63	0,38
3	Остъклена със стъклопакет	2,63	0,38
4	От поливинилхлоридни рамки, дв. ост.	2,63	0,38

**Синтез на икономически ефективни схеми за саниране на сградите**

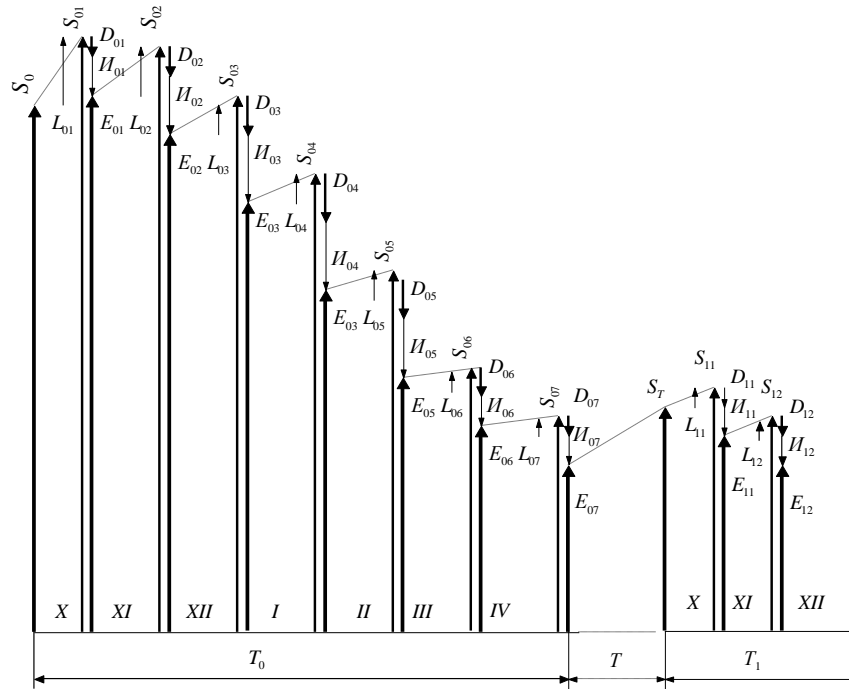
Изходните предпоставки за построяването на икономически ефективни схеми за санирането на сградите са:

- полагането на изолацията да бъде в кратки срокове и да приключва към началото на отоплителния сезон (началото на октомври месец);
- да се оползотворяват реализираните икономии на енергия за ускоряване сроковете на възстановяване на инвестициите;
- да се отчита влиянието на климатичните райони, дисконта от икономията на енергия пр.

Осъществен е синтез на схемите в три варианта:

- първи - възстановяване на кредита *е само за сметка* на намаляване плащането за енергия вследствие на санирането и породения от ефекта дисконт;
- втори - погасянето на кредита в договорирания с банката срок *без отчитане* икономията и ефекта от дисконта.
- трети - погасянето на кредита в договорирания с банката срок *с отчитане* икономията и ефекта от дисконта.

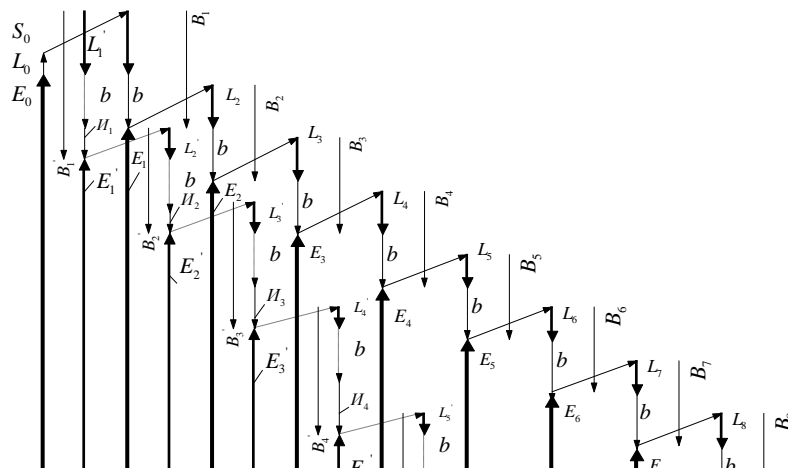
Отоплителният сезон обхваща седем месеца. Икономически ефективно е полагането на изолацията да приключва в началото на отоплителния сезон. Сроктът на възстановяване на инвестицията в саниране следва да започва от началото на октомври, като в края на всеки месец има погасяваща сума. Съобразно приетите условия, са синтезирани икономически ефективни схеми, като на *фиг.6* е представена схемата с отчитане само на енергетичния ефект (вариант 1), на *фиг.7* са съвместени схемите в договорен с банката срок без (вариант 2) и с отчитане енергетичния ефект за възстановяването на кредита (вариант 3).



фиг.6. Икономически ефективна схема за възстановяване на инвестицията в саниранесамоза сметка на икономията на енергия и дисконта

Въз основа на синтезираните схеми са изведени обобщени аналитични зависимости за моделиране процесите на възстановяване на кредита за всеки от вариантите. Стартира се с нарастнала сума  $S_0$ , като в края на сезона по първия вариант се очаква остатъчна сума  $E_{07}$  (фиг.6). Ежемесечно се отчитат възможните или постигнати икономии на енергия, както и на дисконта и се отразява тяхното влияние върху сроковете на възстановяване на инвестициите. До началото на отоплителния сезон за сметка на лихвата сумата ще нараства до ниво  $S_T$ .

Следващият цикъл обхваща новия сезон. Схемата на приходите от икономията на енергия ще се повтаря. В случай, че се договори срок за възстановяването на инвестицията (вариант 2 и 3), тогава процесът се прекратява в края на уговорения срок или по-рано, щом икономията на енергия и дисконта подпомогнат покриването на сумата.



**фиг.7.** Икономически ефективна схема за възстановяване на инвестицията  
 в саниране по договорен с банката срок *без и с отчитане*  
 на икономията на енергия и дисконта

Цялостно процесътна ефективно възстановяване на инвестицията в саниране при различните  
 варианти се описва чрез зависимостите:

$$(1) S_0 = K + L_0 = E_0 + L_0.$$

$$(2) L_{01} = L_1 = L_1' = p.n_1.S_0.$$

$$(4) S_{01} = S_1 = S_1' = S_0 + L_{01}.$$

$$(3) B_{01} = L_0 + L_{01} + I_1.$$

$$(5) E_{01} = E_0 - I_1.$$

$$(3a) B = b + L_0 + L_{01}.$$

$$(5a) E_1 = E_0 - b.$$

$$(3b) B = b + L_0 + L_{01} + I_1.$$

$$(5b) E_1' = E_0 - (b + I_1).$$

$$(6) L_{02} = p.n_2.E_{01}. \quad (7) S_{02} = E_{01} + L_{02}. \quad (8) B_{02} = L_{02} + I_2. \quad (9) E_{02} = E_{01} - I_2.$$

$$(6a) L_2 = p.n_2.E_1. \quad (7a) S_2 = E_1 + L_2. \quad (8a) B_2 = b + L_2. \quad (9a) E_2 = E_1 - b.$$

$$(6b) L_2' = p.n_2.E_1'. \quad (7b) S_2' = E_1' + L_2'. \quad (8b) B_2' = b + L_2' + I_2. \quad (9b) E_2' = E_1' - (b + I_2).$$

$$(10) L_{03} = p.n_3.E_{02}. \quad (11) S_{03} = E_{02} + L_{03}. \quad (12) B_{03} = L_{03} + I_3. \quad (13) E_{03} = E_{02} - I_3.$$

$$(10a) L_3 = p.n_3.E_2. \quad (11a) S_3 = E_2 + L_3. \quad (12a) B_3 = b + L_3. \quad (13a) E_3 = E_2 - b.$$

$$(10b) L_3' = p.n_3.E_2'. \quad (11b) S_3' = E_2' + L_3'. \quad (12b) B_3' = b + L_3' + I_3. \quad (13b) E_3' = E_2' - (b + I_3).$$

$$(14) L_{04} = p.n_4.E_{03}. \quad (15) S_{04} = E_{03} + L_{04}. \quad (16) B_{04} = L_{04} + I_4. \quad (17) E_{04} = E_{03} - I_4.$$

$$(14a) L_4 = p.n_4.E_3. \quad (15a) S_4 = E_3 + L_4. \quad (16a) B_4 = b + L_4. \quad (17a) E_4 = E_3 - b.$$

$$(14b) L_4' = p.n_4.E_3'. \quad (15b) S_4' = E_3' + L_4'. \quad (16b) B_4' = b + L_4' + I_4. \quad (17b) E_4' = E_3' - (b + I_4).$$

$$(18) L_{05} = p.n_5.E_{04}. (19) S_{05} = E_{04} + L_{05}. (20) B_{05} = L_{05} + I_{05}. (21) E_{05} = E_{04} - I_{05}.$$

$$(18a) L_5 = p.n_5.E_4. (19a) S_5 = E_4 + L_5. (20a) B_5 = b + L_5. (21a) E_5 = E_4 - b.$$

$$(18b) L_5' = p.n_5.E_4'. (19b) S_5' = E_4' + L_5'. (20b) B_5' = b + L_5' + I_{05}. (21b) E_5' = E_4' - (b + I_{05}).$$

$$(22) L_{06} = p.n_6.E_{05}. (23) S_{06} = E_{05} + L_{06}. (24) B_{06} = L_{06} + I_{06}. (25) E_{06} = E_{05} - I_{06}.$$

$$(22a) L_6 = p.n_6.E_5. (23a) S_6 = E_5 + L_6. (24a) B_6 = b + L_6. (25a) E_6 = E_5 - b.$$

$$(22b) L_6' = p.n_6.E_5'. (23b) S_6' = E_5' + L_6'. (24b) B_6' = b + L_6' + I_{06}. (25b) E_6' = E_5' - (b + I_{06}).$$

$$(26) L_{07} = p.n_7.E_{06}. (27) S_{07} = E_{06} + L_{07}. (28) B_{07} = L_{07} + I_{07}. (29) E_{07} = E_{06} - I_{07}.$$

$$(26a) L_7 = p.n_7.E_6. (27a) S_7 = E_6 + L_7. (28a) B_7 = b + L_7. (29a) E_7 = E_6 - b.$$

$$(26b) L_7' = p.n_7.E_6'. (27b) S_7' = E_6' + L_7'. (28b) B_7' = b + L_7' + I_{07}. (29b) E_7' = E_6' - (b + I_{07}).$$

$$(30) I_1 = D_{01} + I_{01}. (30a) I_2 = D_{02} + I_{02}. (30b) I_3 = D_{03} + I_{03}. (30c) I_4 = D_{04} + I_{04}.$$

$$(30d) I_5 = D_{05} + I_{05}. (30e) I_6 = D_{06} + I_{06}. (30f) I_7 = D_{07} + I_{07}.$$

$$(31) L_8 = p.n_8.E_7. (32) S_8 = E_7 + L_8. (33) B_8 = b + L_8. (34) E_8 = E_7 - b.$$

$$(35) L_9 = p.n_9.E_8. (36) S_9 = E_8 + L_9. (37) B_9 = b + L_9. (38) E_9 = E_8 - b.$$

$$(39) L_{10} = p.n_{10}.E_9. (40) S_{10} = E_9 + L_{10}. (41) B_{10} = b + L_{10}. (42) E_{10} = E_9 - b.$$

$$(43) L_{11} = p.n_{11}.E_{10}. (44) S_{11} = E_{10} + L_{11}. (45) B_{11} = b + L_{11}. (46) E_{11} = E_{10} - b.$$

$$(47) L_{12} = p.n_{12}.E_{11}. (48) S_{12} = E_{11} + L_{12}. (49) B_{12} = b + L_{12}. (50) E_{12} = E_{11} - b.$$

$$(51) S_T = p.n_T.E_{07}.$$

$$(52) L_{11} = p.n_{11}.S_T. (53) S_{11} = S_T + L_{11}. (54) B_{11} = D_{11} + I_{11}. (55) E_{11} = S_{11} - (D_{11} + I_{11}).$$

където  $K$  са вложените средства за направа на изолацията,  $лв / m^2$ ;

$S_0$  - нарастналата сума към началото на отоплителния сезон,  $лв / m^2$ ;

$p$  - лихвеният процент;

$n_1, n_2, \dots, n_{12}, n_T, n_{11}, \dots, n_{17}, n_{T_2}, \dots$  броят на дните за всеки от периодите (месеца),  $бр$ ;

$L_{01}, L_{02}, \dots, L_{07}, L_T, L_{11}, \dots, L_{17}, L_{T_2}, \dots; L_1, L_2, \dots, L_{12}; L_1', L_2', \dots, L_8'$  - размерът на лихвата в края на всеки от периодите (месеца) по варианти при възстановяване на кредита, съответно само от икономията на енергия и дисконта, само според договорената схема с банката, според договорената схема и отчитане икономията на енергия и дисконта,  $лв / m^2$ ;

$S_{01}, S_{02}, \dots, S_{07}, S_T, S_{11}, \dots; S_1, S_2, \dots, S_{12}; S_1', S_2', \dots, S_8'$  - размерът на сумите в края на всеки от периодите (месеца) по варианти при възстановяване на кредита, съответно само от икономията на енергия и дисконта,

според договорената схема с банката, според договорената схема и отчитане икономията на енергия и дисконта,  $лв / m^2$ ;

$E_0; E_{01}, E_{02}, \dots, E_{07}, E_{11}, \dots; E_1, E_2, \dots, E_{12}; E'_1, E'_2, \dots, E'_8$  - размерът на остатъчните суми (главницата) в края на всеки от периодите (месеца) по варианти при възстановяване на кредита, съответно само от икономията на енергия и дисконта, според договорената схема с банката, според договорената схема и отчитане икономията на енергия и дисконта,  $лв / m^2$ ;

$B_{01}, B_{02}, \dots, B_{07}, B_T, B_{11}, \dots; B_{01}, B_{02}, \dots, B_{12}; B'_1, B'_2, \dots, B'_8$  - размерът на вноските в края на всеки от периодите (месеца) по варианти при възстановяване на кредита, съответно само от икономията на енергия и дисконта, според договорената схема с банката, според договорената схема и отчитане икономията на енергия и дисконта,  $лв / m^2$ ;

$D_{01}, D_{02}, \dots, D_{07}, D_{11}, \dots, D_{17}, D_{T_2}, \dots$  - размерът на дисконта в края на всеки от периодите (месеца),  $лв / m^2$ ;

$I_{01}, I_{02}, \dots, I_{07}, I_{11}, \dots, I_{17}, I_{T_2}, \dots$  - размерът на печалбата от икономия на енергия в края на всеки от периодите (месеца),  $лв / m^2$ ;

$I_1, I_2, \dots, I_7$  - сумарният приход от дисконта и икономията на енергия,  $лв / m^2$ ;

$b$  - размерът на вноската за погасяне на главницата,  $лв / m^2$ ;

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В обобщение могат да се формулират следните изводи:

- При моделиране процеса на повишаване енергийната ефективност на сградите в частта саниране чрез топлоизолация изходна **база за построяване на първичния модел** се явяват технически възможните варианти за саниране – външно и/или вътрешно полагане на изолацията.

- Пълноценното построяване на икономически ефективен модел за саниране на сгради изисква да се отчете **влиянieto на редица взаимно обусловени фактори**: минималното ниво на инвестицията в саниране; очакваната икономия на енергия вследствие санирането; размера на дисконтирания паричен поток, формиран чрез остойностяване на очакваната икономия на енергия по текущата цена на използвания енергоизточник; обема на минималните специфични приведени годишни разходи, свързани с експлоатацията на изпълнената топлоизолация; специфичния индекс на избрания индустриален продукт за топлоизолация, формиран на база неговите топлоизолационни свойства и актуална цена; приложението на ролетни щори, като индустриален продукт, който способства ограничаване загубите на енергия от прозоречните ограждащи елементи на сградите.

- Влиянието на всеки от идентифицираните фактори, имащи въздействие върху базовия модел на саниране, може да бъде моделирано и количествено измерено, което позволява съчетаването им в **цялостен концептуален модел за саниране на сгради**.

- **Индексацията на индустриалните продукти за топлоизолация**, изведена въз основа на техните цени и коефициент на топлопроводност позволява нова класификация на тези продукти вече не само въз основа на техническите им характеристики, но и при съобразяване на тяхната актуална стойност. Още повече, специфичният индекс за всеки топлоизолационен продукт не е фиксирана величина, а има способността да отчита подобренията на продукта и изменението в неговата цена. В допълнение, индексацията създава предпоставки за **оптимален избор на изолационен материал** в процеса на саниране.

- Синтезираният **концептуален модел за икономически ефективна схема на саниране на сградите** може да бъде окачествен като **динамичен**, тъй като отчита едновременно температурните особености на климатичния район, спецификата на ограждащите конструктивни елементи на сградата - обект на саниране, топлотехническите свойства и текущи цени на индустриалните продукти за топлоизолация (вкл. нововъведени), и цената на използвания енергоизточник. От тази гледна точка, приложението на концептуалния модел не е ограничено във времево и пространствено отношение.

Twelfth International Scientific Conference  
KNOWLEDGE WITHOUT BORDERS  
31.3-2.4.2017, Vrnjacka Banja, Serbia

---

- Получените модели са **предпоставка за разработването на програми и системи за управлението на процесите на саниране на сградите**, както от фирмите - проектанти и изпълнители, така и от съответните институции на държавно и местно ниво.