

Karol Potoček *

EFEKTÍVNOSŤ VYNALOŽENÝCH FINANČNÝCH PROSTRIEDKOV PRI DODATOČNOM ZATEPLENÍ BUDOV

THE EFFECTIVENESS OF GIVEN FINANCIAL RESOURCES FOR THE ADDITIONAL THERMAL INSULATION OF BUILDINGS

Súčasný rozvoj materiálovej základne a technológií umožňuje rôznym spôsobom zlepšiť tepelnoizolačné vlastnosti existujúcich obalových konštrukcií budov. Jednotlivé spôsoby sa medzi sebou okrem iného líšia i životnosťou. Príspevok sa zaoberá hodnotením dodatočného zateplenia z pohľadu návratnosti vynaložených finančných nákladov vo vzťahu k jeho životnosti. Uvádzajú sa tu základné výpočtové vzťahy a ich grafické znázornenie slúžiace pre posúdenie ekonomickej efektívnosti.

Úvod

Dôležitou súčasťou úžitkovej hodnoty budovy, či dokonca nevyhnutnou podmienkou pre jej prevádzku je zabezpečenie tepelných pomerov vhodných pre pobyt a prácu ľudí, prípadne pre technologické procesy prebiehajúce v budove. Súčasná energetická situácia stavia užívateľov vykurovaných budov pred naliehavú úlohu znížiť spotrebu energie na ich vykurovanie. K splneniu tejto požiadavky môže výrazne pomôcť zvýšenie tepelnoizolačných vlastností jestvujúceho obalového plášťa budovy.

Zvyšovanie tepelnoizolačných vlastností týchto konštrukcií má okrem technických aj ekonomické obmedzenia. Predmetom tohto článku je preto snaha prispieť k formovaniu názoru na efektívne vynakladanie finančných prostriedkov slúžiacich pre realizáciu zlepšenia tepelnoizolačných vlastností obalových konštrukcií budovy.

1. Hranice ekonomickej efektívnosti

Základnou tepelno-technickou vlastnosťou obvodových konštrukcií je ich tepelný odpor. Veľkosť tepelného odporu determinuje súčiniteľ prechodu tepla k ($W \cdot m^2 \cdot K^{-1}$), ktorým sa do výpočtu tepelných strát budov podľa STN 060210 zahrňa vplyv tepelno-izolačných vlastností obvodovej konštrukcie. Vyššie tepelné odpory obvodových konštrukcií tak majú priamy dopad na zníženie spotreby energie na vykurovanie.

Ak budeme teda zväčšovať hrúbku tepelnoizolačnej vrstvy t. j. zlepšime tepelno-technické vlastnosti stenových konštrukcií

Current development of material base and technology enables different ways to improve heat-insulating properties of existing packing constructions of the building. Particular ways are different among themselves concerning the service life. This contribution deals with the appreciation of additional thermal insulation while taking into account the return of financial expenses in the relation to its service life. Basic calculation formulas and their graphical illustration (which gauges economical effectiveness) are presented.

Introduction

Securing thermal ratios suitable for the workplace or for technological processes is an important condition for the operation and derived value of a building. Current energy costs are an incentive to reduce energy consumption in the heating of buildings. The augmentation of heat-insulating properties of existing packing covering of these buildings can help to fulfil this requirement.

The augmentations of heat-insulating properties of these constructions have technical and economical limitations. This contribution aims at improving and realizing cost effective heat-insulating properties of packing construction in a building.

1. The borders of economical effectiveness

The basic heat-insulating property of circumferential constructions is their thermal resistance. The size of thermal resistance determines heat thermal transmittance k ($W \cdot m^2 \cdot K^{-1}$) which influences the heat-insulating properties of circumferential construction in the calculation of thermal losses of the building (according to STN 060210). Therefore, a higher thermal resistance of circumferential constructions has a direct influence on the decrease of the energy consumption of the heating.

If we augment the width of the heat-insulating layer (i.e. we improve the heat-technical properties of wall constructions), though the expense for their making increase, the expenses for the

* Ing. Karol Potoček, PhD.

Department of Building Constructions and Town Planning, University of Žilina, Faculty of Civil Engineering, Komenského 52, 010 26 Žilina
Phone: +421-89-7634 818-9/207

stúpajú sice ich náklady na zhotovenie, súčasne sa však znižujú náklady na vyhotovenie vykurovacej sústavy a náklady na vykurovanie. Z tepelno-ekonomického hľadiska sa považuje za najvýhodnejšie tá stenová konštrukcia, ktorej je súčet uvedených nákladov čo najmenší.

Pri postupe podľa STN 730549 sa používa obvykle metóda súčasnej hodnoty, kedy sa všetky náklady (náklady na vyhotovenie konštrukcie a náklady spojené s údržbou konštrukcie a vykurovaním budovy), vzťahnuté na 1 m² vonkajšej stenovej konštrukcie, prepočítajú k jednému časovému okamžiku, najčastejšie k obdobiu dokončenia budovy. Prevádzkové náklady pozostávajúce z pravidelných ročných výdavkov sa prepočítávajú na súčasnú hodnotu a spolu s nadobúdacími počiatočnými finančnými nákladmi tvoria základ tepelno-ekonomického hodnotenia.

Všeobecne sa teda predpokladá, že tie obvodové steny, ktoré zohľadňujú náklady na vyhotovenie a náklady na vykurovanie, sú tepelno-ekonomické. Takéto hodnotenie sa považuje za rozhodujúce vtedy, ak tepelný odpor steny vychádza väčší než je požadovaný najmenší dovolený odpor R (m².K.W⁻¹), určený normatívnym predpisom pre klimatickú oblasť, v ktorej sa budova nachádza. Predpokladajme, že na vyhotovenie dodatočného zateplenia vynaložíme finančné prostriedky o výške K (Sk).

Týmto finančným nákladom budú zodpovedať úspory na tepelnej energii dodávanej vykurovacou sústavou do budovy. Tieto úspory nech predstavujú ročné zníženie vykurovacích nákladov o Δm (Sk). Dodatočná úprava konštrukcií - zateplenie - je potom ekonomicky a tepelno-energeticky efektívna, ak v čase životnosti takejto úpravy konštrukcie budú dosahované úspory Δm (Sk) rovné prípadne väčšie než boli vynaložené finančné prostriedky na jej vyhotovenie. Túto závislosť možno vyjadriť nasledovným vzťahom:

$$K \leq \Delta m \left[\frac{1}{i} - \frac{1}{i \cdot (1+i)^n} \right] \quad (1)$$

v ktorom

i - je priemerná miera kapitálových nákladov na investíciu (diskontná miera investora %)

n - je počet rokov v ktorých získame ročné zníženie nákladov o Δm (Sk).

Vzťah (1) môžeme zjednodušiť do tvaru:

$$K \leq \Delta m \cdot h \quad (2)$$

v ktorom

$$h = \frac{1}{i} - \frac{1}{i \cdot (1+i)^n} = \frac{1}{i} \left[1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad (3)$$

Analýzujeme teraz vzťah životnosti dodatočnej úpravy steny zvýšením jej tepelnoizolačnej schopnosti a diskontnej miery investora.

making of the heating system and the expenses for heating decrease. We regard wall constructions (at which the sum of noticed expenses is smallest) as the best solution for this economical problem.

We usually use the method of current value (at the course according to STN 730549) for all expenses (the expenses for the making of the building and expenses connected with the construction service and building heating) applied at 1 m² of exterior wall construction and calculated to one instant in time (usually the time when the building is finished).

Working expenses which consist of periodical annual outlay are calculated at current value and together with the investment of the initial cost make the base of thermal-economical appreciation.

Generally, we can expect that those circumferential walls which don't take the expenses for their making and the expenses for the heating into account are thermal-economical. This appreciation is regarded as crucial in the case when thermal resistance of the wall is higher than the required smallest allowed thermal resistance R (m².K. W⁻¹) determined by the normative rule for climatic area in which the building is located.

Suppose, that we give financial resources K (Sk) for the making of additional thermal insulation. The savings at thermal energy given through heating system into the building correspond with these financial expenses. These savings represent an annual decrease of heating expenses of about Δm (Sk). Additional correction of the constructions - warming will be afterwards economical and thermal-energetic effective if in the time of service life of this construction, corrections have reached the savings Δm (Sk) equal to or higher than the given financial resources for its making. We can express this connection as follows:

$$K \leq \Delta m \left[\frac{1}{i} - \frac{1}{i \cdot (1+i)^n} \right] \quad (1)$$

in which

i - is average rate of capital expense for the investment (discount rate of investor %)

n - is the rate of the years in which we gain annual decrease of the expenses about Δm (Sk)

We can simplify the relation (1) to the form :

$$K \leq \Delta m \cdot h \quad (2)$$

And now let's analyze the relation of service life of additional wall repair by the augmentation of its heat-insulating ability and discount rate of the investor.

$$h = \frac{1}{i} - \frac{1}{i \cdot (1+i)^n} = \frac{1}{i} \left[1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad (3)$$

Dôležitou skutočnosťou je tu potom zdroj financovania investície, pretože z neho sa odvíja diskontná miera investora. Nie je totiž jedno, či investor financuje investíciu z vlastných finančných zdrojov, alebo vykonáva práce finančnými prostriedkami získanými z úveru, prípadne výnimočných dotácií.

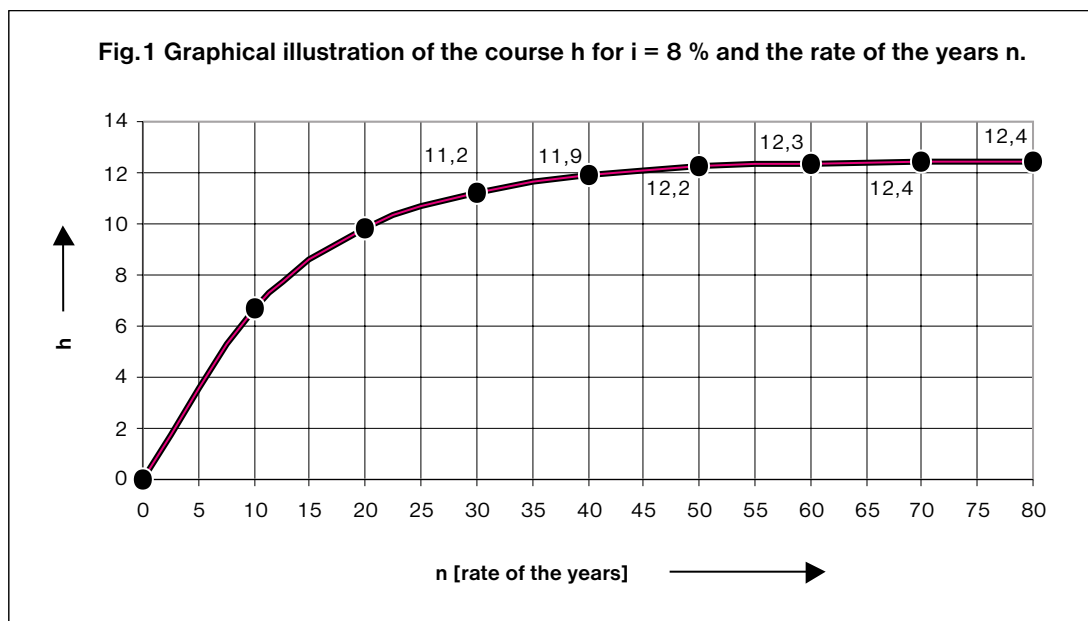
Predpokladajme, že životnosť stavebných objektov je 77 rokov od časového okamžiku ich postavenia. Životnosť vykurovacej sústavy sa uvažuje asi polovičná v porovnaní so životnosťou budovy. Čo znamená, že po 38 rokoch je nutné počítať s finančnými nákladmi na rekonštrukciu vykurovacej sústavy.

Z uvedeného vyplýva, že životnosť vyhotovenia dodatočných úprav na zlepšenie tepelnoizolačných vlastností obvodových konštrukcií sa môže pohybovať v maximálnom rozsahu do 77 rokov. Z grafického znázornenia vzťahu (3), ktorý je na obr. č. 1 môžeme potom určiť hraničné hodnoty ekonomickej efektívnosti vynaložených finančných prostriedkov na zníženie tepelných strát vykurovaného objektu v závislosti od konkrétnej diskontnej miery investora i (%) a počtu rokov, počas ktorých využívame takúto dodatočnú úpravu.

The source for financing the investment is an important item because discount rate (of the investor) goes on it. Because it is not the same whether the investor finances the investment from their own financial sources or he does the work by dint of financial resources gained from the credit or special endowments.

Suppose the service life of building objects is 77 years from the time when they were built. The service life of the heating system is approximately half in comparison to the service life of the building. It means that after 38 years it is necessary to count on financial expenses for the reconstruction of heating system.

It can be seen from experience that the service life of making the additional repairs for the improvement of heat-insulating properties of circumferential construction can be in the maximum range up to 77 years. We determine from the graphic illustration the relation (3) which is on Fig. 1. marginal values of economical effectiveness of given financial resources for the decrease of thermal losses of heated building in connection with concrete discount rate of the investor i (%) and the rate of the years during which we exploit this additional correction.



V grafickom znázornení závislosti na obr. č. 1 nie sú zohľadnené nárasty cien tepelnej energie v čase sledovania. Predpokladajme, že majiteľ budovy chce zatepliť budovu a požičia si v peňažnom ústave peniaze v hotovosti na túto investíciu. Uvažujme s úrokovou sadzbou za takýto úver $i = 8\%$. Nech sa rozhodne vykonať zateplenie budovy po 20 rokoch od jeho postavenia. Potom bude teoretická doba využívania takejto investície 50 rokov za predpokladu rovnakej životnosti dodatočného zateplenia.

Hodnota koeficientu h podľa vzťahu (3) je potom 12,3. Po dosadení do vzťahu (2) získame nasledovnú podmienku: na dodatočné zateplenie uvažovanej budovy je výhodné každé technické,

The increase of the prices of thermal energy in a selected period is not taken into account in the graphical illustration on Fig. 1. Suppose the owner of the building wants to give thermal insulation to the building and he borrows cash from a financial institute for this investment. He takes the offered rate into account for this credit $i = 8\%$. He decides to do this thermal insulation of the house 20 years from the time when the building was built.

Then the theoretical time of the exploitation of this investment is 50 years granted the same service life of the additional thermal insulation. The value of the coefficient h according to the equation (3) is 12,3. After we give it into the

technicko-prevádzkové opatrenie, ktoré nestojí viac ako 12,3 násobok ním umožnených ročných úspor Δm (Sk) na vykurovanie.

Ak budeme uvažovať teoreticky neobmedzenú životnosť dodatočného zateplenia, čo znamená, že v časovo neobmedzenom úseku budeme získavať úsporu Δm (Sk) ročne, potom sa bude koeficient h v rovnici (3) blížiť k hodnote $h \cong 1/i$. Pri úrokovej sadzbe $i = 8\%$ tým získame hodnotu $h = 12,5$. Táto hodnota sa odlišuje iba málo od hodnoty ktorú získame pre 50 ročnú životnosť.

Súčasnú podmienku v oblasti zásobovania energiami možno charakterizovať stavom liberalizácie trhu. Dodávateľ energie v takomto liberalizovanom prostredí obyčajne reaguje na meniace sa potreby zákazníka vhodne vytvorenou štruktúrou cien. Cenová štruktúra v prvom rade zodpovedá záujmom a potrebám energetického systému a až v druhom rade požiadavkám zákazníkov. Cieľom takejto cenovej politiky je účinne pôsobiť v nasledujúcich oblastiach:

- Ovplyvňovať ponuku a dopyt. Pri návrhu cien zohľadniť záujem štátu ako aj záujem výrobcu a distribútora energie, prípadne spotrebiteľa.
- Regulujú dopyt po energii, pretože akékoľvek dotácie do cien energie vedú k zlým návykom odberateľov pri spotrebe energie.
- Ceny energie musia odrážať náklady na výrobu, distribúciu a primeraný zisk. Pokryvanie nákladov energetických podnikov s primeraným ziskom potom zabezpečí aj prisun prostriedkov do štátneho rozpočtu.
- Ceny energie musia zabezpečovať schopnosť vzájomnej konkurencie jednotlivých palív medzi sebou všade tam, kde je to možné. Osobitne v prípade elektriny, zemného plynu a tepla pre vykurovanie budov.

Každý štát v rámci svojej politiky má vypracovanú stratégiu dosiahnutia vyššie uvedených cieľov. V prvej etape platnej do roku 2000 sa na Slovensku uvažuje tzv. vyrovnanie cenových hladín. Jedná sa o vyrovnanie nízkej úrovne stratových cien na úroveň ziskových cien. V druhej etape do roku 2002 bude vytvorený nový tarifný systém. Tretia etapa po roku 2003 bude obdobím uplatňovania štandardnej cenovej regulácie.

V oblasti vývoja cien v energetike prijala rada EÚ smernicu č. 90/377 EEC o postupe pri zdokonaľovaní priehľadnosti cien plynu a elektriny účtovaných konečným spotrebiteľom. Jej opatrenia začnú platiť v členských štátoch EÚ od februára 1999. Pre porovnanie uvedieme napr. ceny elektrickej energie z roku 1996 v rôznych krajinách obr. č. 2. Cena elektrickej energie na Slovensku podľa tohto patrí medzi najnižšie z hodnotených krajín a je preto predpoklad jej nárastu na ceny platné v EÚ.

Predpokladá sa pritom zvýšenie ceny elektrickej energie v časovom horizonte do roku 2002 nasledovne; rok 1999 o +33 %, rok 2000 o +10 %, rok 2001 o +14 % a rok 2002 o +4 %. Ďalej sa predpokladá dôsledné stanovovanie cien energie, ktoré bude vychádzať zo vzájomnej zameniteľnosti jednotlivých palív, a to

relation (2) we achieve the following condition: every technical, technical - working rate which doesn't cost more than 12.3 multiple by it enabled annual savings Δm (Sk) at the heating is effective at additional thermal insulation of the selected building.

If we debate theoretically limitless service life of additional thermal insulation it means that we gain (in time limitless stretch the saving Δm (Sk) annually then the coefficient h (in the equation (3)) will come closer to the value $h \cong 1/i$. We gain the value $h = 12.5$ with the offered rate $i = 8\%$. This value is different only a little bit from the value which we gain for 50 years service life.

Current conditions in the realm of energy supply can be characterized by the condition of market liberalization. The energy contractor usually acts (in this liberalized surrounding) at the changing needs of the customers by price structuring. The price structure in the first case corresponds to the interests and the needs of the energetic system and in the second case to the demands of the customers. The goal of this price politics is to act efficiently in the following realms:

- To influence the demand and supply. To take (at the price system) the interest of the state as also the interest of the producer and distributor of the energy (or the consumer) into account.
- To control the demand for the energy because any endowments into the energy prices lead to wrong habits of the users at the energy consumption.
- The energy prices must reflect the expenses of the production, distribution and proper profit. The expenses covered by energetic companies (with proper profit) will secure also the resources for the state budget.
- The energy prices must secure the ability of mutual competition of particular fuels among themselves everywhere where it is possible. Particularly in the case of electricity, natural gas and the heat for the building heating.

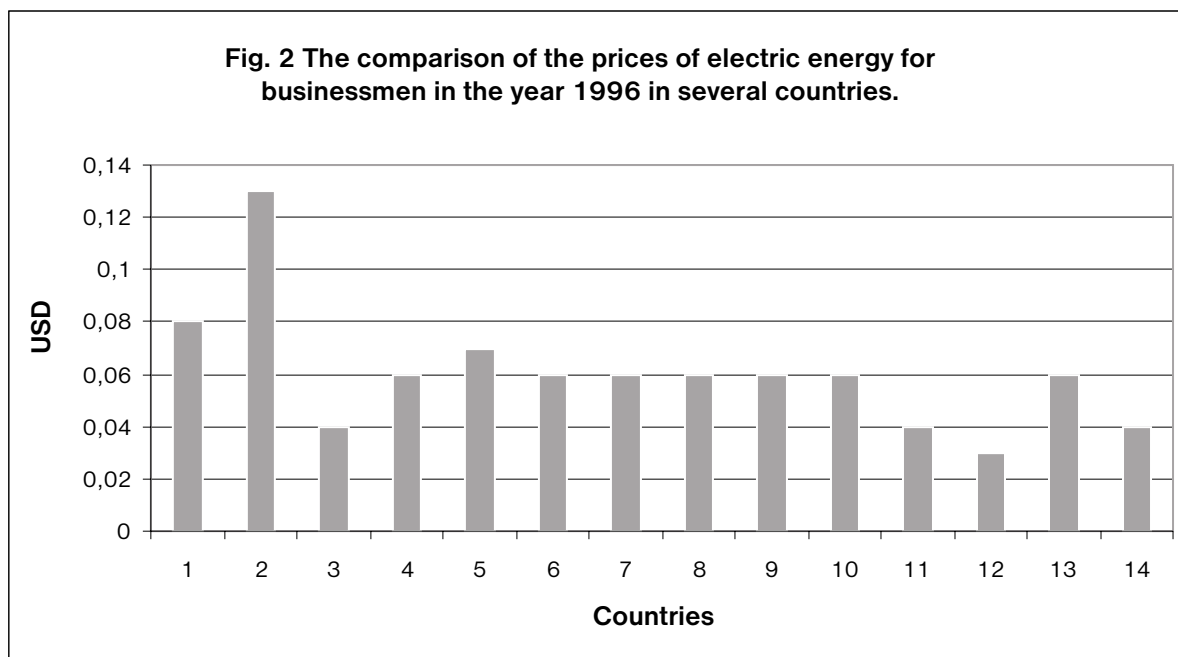
Every country in its own politics already has a strategy for the achievement of noticed goals. We consider the first stage valid till the year 2000 as the so-called "balance of price levels". It is the balance of low level of loss prices to the level of profit prices. In the second stage till the year 2002 a new rate system will be made. The third stage after the year 2003 will be the time of the enforcement of standard price regulation.

The EU council accepted in the realm of price development in energy the guideline no. 90/377/EEC about the process at the improvement of the transparency of the prices: of gas and electricity charged to the final consumer. Its measure will be valid in the states of the membership of EU from February 1999. We are going to write here (for the consumption) the energy prices from the year 1996 in different countries Fig. 2. The price of electric energy in Slovakia according to this belongs among the lowest of the rated countries.

Hence, we suppose its increase on the prices valid in EU. We presume that the price increase of electric energy in the time horizon till the year 2002 as follows: the year 1999 about + 33 %,

najmä elektriny, zemného plynu a tepla produkovaného centrálnymi zdrojmi na vykurovanie budov. Z uvedených dôvodov je zrejmé, že časový priebeh ročných energetických úspor Δm nebude v takýchto podmienkach konštantný, pretože ceny za energiu ročne narastajú.

year 2000 about + 10 %, year 2001 about + 14 % and year 2002 about + 4 %. The determination of energy prices (which will go on mutual changeability of particular fuels as electricity, natural gas and the heat produced by central sources for the building heating) is supposed.



Legenda: 1 - Rakúsko, 2 - Švajčiarsko, 3 - Česká republika, 4 - Francúzsko, 5 - Veľká Británia, 6 - Grécko, 7 - Írsko, 8 - Izrael, 9 - Taliansko, 10 - Luxembursko, 11 - Poľsko, 12 - Rumunsko, 13 - Slovinsko, 14 - Slovensko.

The key: 1 - Austria, 2 - Switzerland, 3 - Czech Republic, 4 - France, 5 - Great Britain, 6 - Greece, 7 - Irish Republic, 8 - Israel, 9 - Italy, 10 - Luxembourg, 11 - Poland, 12 - Romania, 13 - Slovenia, 14 - Slovakia.

Pôvodné uvažované úspory Δm budú potom narastať ročne o $\Delta m (1 + r_x)$, kde r_x je koeficient nárastu ceny energie, ktorý môže byť v každom roku iný. Táto skutočnosť vo svojej časovej následnosti je uvedená v tab. č. 1.

It can be seen from the noticed reasons that the time course of annual energetic savings Δm will not, in these conditions, be constant because the prices for the energy increase annually. Originally considered savings Δm will then increase about $\Delta m (1 + r_x)$, where r_x is the coefficient of price increase of the energy which can be different every year. This fact (is its time sequence) is noticed in chart no. 1.

Časové vyjadrenie nekonštantných ročných úspor z dôvodov zníženia nákladov na vykurovanie. Tab. 1

Rok	Úspory vykurovacích nákladov v jednotlivých rokoch	Poznámka
0		Vyhotov. zateplenia
1	$\Delta m (1 + r_1)$	
2	$[\Delta m (1 + r_1)] \cdot (1 + r_2)$	
3	$[[\Delta m (1 + r_1)] \cdot (1 + r_2)] \cdot (1 + r_3)$	
•	•	
•	•	
•	•	
N	$\Delta m \cdot (1 + r_1) \dots (1 + r_{n-1}) \cdot (1 + r_n)$	

Time expression of inconstant annual savings from the reasons of expenses reduction for the heating. Tab. 1.

Year	The saving of heated expenses in particular years	Comment
0		The rating of the warming
1	$\Delta m (1 + r_1)$	
2	$[\Delta m (1 + r_1)] \cdot (1 + r_2)$	
3	$[[\Delta m (1 + r_1)] \cdot (1 + r_2)] \cdot (1 + r_3)$	
•	•	
•	•	
•	•	
N	$\Delta m \cdot (1 + r_1) \dots (1 + r_{n-1}) \cdot (1 + r_n)$	

Pre zjednodušenie predpokladajme, že ceny za energiu budú v každom roku využívania zateplenia narastať rovnakým koefi-

cientom nárastu r (%). Dodatočné zateplenie bude potom energeticky efektívne, keď výška financií K (Sk) vynaložených na jeho vyhotovenie bude nižšia prípadne rovná výške dosiahnutých úspor podľa [5] nasledovne:

$$K \leq \Delta m \frac{1+r}{1+i} + \Delta m \frac{(1+r)^2}{(1+i)^2} + \Delta m \frac{(1+r)^3}{(1+i)^3} + \dots + \Delta m \frac{(1+r)^n}{(1+i)^n} \quad (4)$$

čo možno upraviť do tvaru:

$$K \leq \Delta m \cdot d \quad (5)$$

v ktorom

$$d = \frac{1+r - (1+r) \cdot [(1+r)/(1+i)]^n}{i-r} \quad (6)$$

Vo vzťahu (6) sú uvedené väzby medzi priemernou mierou finančných nákladov na dodatočné zateplenie, dobou využívania úžitku z tohto dodatočného zateplenia a koeficientom ročného nárastu ceny energie na vykurovanie. Predpokladajme priemerný ročný nárast ceny energie v zmysle našich predchádzajúcich úvah pre roky 1999 - 2002 o $r = 15\%$ a priemernú mieru kapitálových nákladov investora $i = 8\%$. Ak by sme pri takýchto podmienkach brali úžitok z dodatočného zateplenia len v rokoch 2000, 2001 a 2002 potom by bola pre investora výhodná každá investícia na zlepšenie tepelnej izolácie, ktorá by nestála viac než 3,4 násobok nou spôsobeného ročného zníženia nákladov na vykurovanie.

We suppose for simplification that the energy prices will increase in every year of the thermal heating exploitation by the same increase coefficient r (%). The additional thermal insulation will be energetically efficient when the size of finances K (Sk) given for its making will be lower or equal to the size of achieved savings according to [5] as follows:

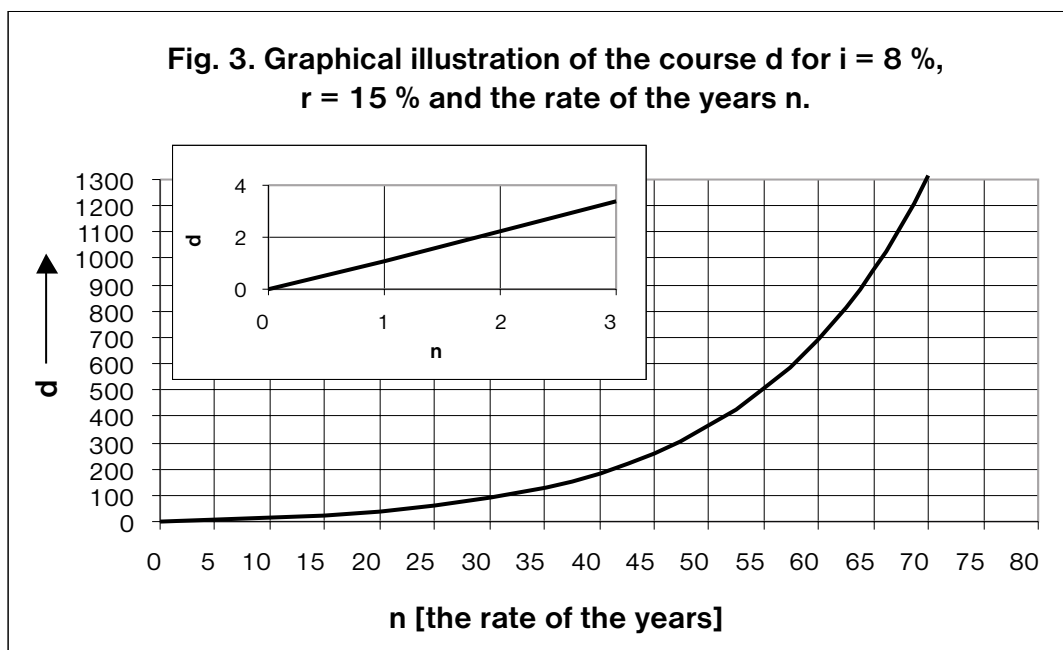
this is possible to rewrite into the form:

$$K \leq \Delta m \cdot d \quad (5)$$

in which

$$d = \frac{1+r - (1+r) \cdot [(1+r)/(1+i)]^n}{i-r} \quad (6)$$

The mutual connections (among the average measure of financial expenses at additional thermal insulation, the time of benefit exploitation from additional thermal insulation and the coefficient of annual increase of the energy price for the heating) are written in equation (6). Suppose, the average annual increase of energy price in the same way as our previous reflection for the years 1999-2002 about $r = 15\%$ and the average measure of capital expenses of the investor $i = 8\%$. If we take (at these conditions) the benefit from additional thermal insulation only in the years 2000, 2001 and 2002 then every investment (for the improvement of heat insulation) will be advantageous (for the investor) which does not cost more than 3.4 multiple by it caused annual reduction of the expenses for the heating.



Túto hodnotu možno odčítať z grafického znázornenia vzťahu (6) pre uvažované podmienky. Ak budeme brať úžitok z vynaloženej investície na zateplenie pri nezmenených a konštantných hodnotách r (%), i (%) počas ľubovoľného dlhšieho obdobia, môžeme z obr. č. 3. odčítať podmienku pre vhodnú výšku investície na dodatočné zateplenie uvažovanej vykurovanej budovy.

2. Záver

Zohľadnenie nárastu cien energie spotrebovanej na vykurovanie budovy má za následok požiadavku podstatne zvýšiť finančné náklady na zlepšenie tepelnej izolácie tejto budovy. Ak zavedieme nasledovné výpočtové zjednodušenia:

- Cena za energiu spotrebovanú na vykurovanie budovy bude v čase konštantná, alebo sa bude meniť zanedbateľne $r = 0$ %.
- Budeme predpokladať neobmedzenú životnosť dodatočného zateplenia počas existovania budovy.

Na základe tohto môžeme vysloviť potom ekonomickú podmienku, že výhodné je každé zlepšenie tepelnoizolačných vlastností, na ktoré nemusíme vynaložiť viac finančných prostriedkov, ako $1/i$ - násobok ním umožnených ročných úspor na vykurovanie.

Literatúra

- [1] BEŤKO. B., TOMAŠOVIČ. P.: Stavebná tepelná technika, Stavebná akustika, Vydavateľstvo STU Bratislava 1993, SR.
- [2] HALAHYJA, M., CHMÚRNY, I., STERNOVÁ, Z.: Stavebná tepelná technika, JAGA Bratislava 1998
- [3] ZAJAC, J.: Stavebná fyzika, ES Žilinská univerzita, 1997.
- [4] BIELEK, M.: Budova a energia, Vidas, spol. s r. o., Banská Bystrica, 1995.
- [5] SCHNEIDER, E.: Wirtschaftlichkeitsrechnung, Theorie der Investicion 8. Aufl. Tübingen 1973.
- [6] Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky: Energetika Slovenskej republiky v číslach (roky 1990 až 1996) Bratislava, máj 1998.
- [7] BLAKE, D.: Analýza finančných trhov, Grada, Praha 1995
- [8] BREALEY, R. A., MYERS, S. C.: Teorie a praxe firemních financí, Victoria Publishing, Praha '94
- [9] SHARPE, W. T., ALEXANDER, G. J.: Investice, Victoria Publishing, Praha 1994

Recenzenti: J. Zajac, J. Svrček

This value can be seen from the graphical illustration of equation (6) for the mentioned conditions. If we take the benefit from given investment for the thermal insulation at the same and constant values r (%), i (%) during any longer time, we can see from Fig. 3. the condition for suitable investment size for additional thermal insulation of that heating building.

2. Conclusion

If we take the increase of the prices of consumed energy for the heating of the building into account, its consequence will be the requirement for increased financial expenses for the improvement of heat insulation of this building. If we use the following calculation simplification:

- The price for the consumed energy for the building heating will be in time constant or will change negligible $r = 0$ %.
- We will presume unlimited life service of additional thermal insulation during the building's existence.

We can say on the strength of this one economic condition that every improvement of heat insulating properties for which we must not give more financial resources than $1/i$ - multiple by it enabled annual savings for the heating is efficient.

References

- [1] BEŤKO. B., TOMAŠOVIČ. P.: Stavebná tepelná technika, Stavebná akustika, Vydavateľstvo STU Bratislava 1993, SR.
- [2] HALAHYJA, M., CHMÚRNY, I., STERNOVÁ, Z.: Stavebná tepelná technika, JAGA Bratislava 1998
- [3] ZAJAC, J.: Stavebná fyzika, ES Žilinská univerzita, 1997.
- [4] BIELEK, M.: Budova a energia, Vidas, spol. s r. o., Banská Bystrica, 1995.
- [5] SCHNEIDER, E.: Wirtschaftlichkeitsrechnung, Theorie der Investicion 8. Aufl. Tübingen 1973.
- [6] Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky: Energetika Slovenskej republiky v číslach (roky 1990 až 1996) Bratislava, máj 1998.
- [7] BLAKE, D.: Analýza finančných trhov, Grada, Praha 1995
- [8] BREALEY, R. A., MYERS, S. C.: Teorie a praxe firemních financí, Victoria Publishing, Praha '94
- [9] SHARPE, W. T., ALEXANDER, G. J.: Investice, Victoria Publishing, Praha 1994

Reviewed by: J. Zajac, J. Svrček