

# Temperatura jako kryterium podziału kosztów ogrzewania

## Temperature as Criterion for Sharing of Heating Costs

MICHAŁ KOZAK\*)  
OLGIERD ROMANOWSKI\*\*)

**Słowa kluczowe:** rozliczanie kosztów ogrzewania, wewnętrzne zyski ciepła, transmisja ciepła pomiędzy lokalami

### Streszczenie

Wewnętrzne zyski ciepła w ogrzewanych lokalach, mają istotny udział w podtrzymaniu w tych lokalach, pożądanej temperatury wewnętrznej. Zjawisko to zostało ocenione na podstawie uporządkowanego wykresu temperatury zewnętrznej w sezonie ogrzewczym i przyjmowanej temperatury równowagi oraz danych statystycznych, innych poza ciepłem, dostawców energii. Oceniono także poziom transmisji ciepła między ogrzewanymi lokalami, w przypadku ograniczenia dostawy ciepła do jednego z nich. Z ocen wynika, że przyjmowanie temperatury wewnętrznej w lokalu jako podstawy do rozliczenia kosztów jego ogrzania nie ma uzasadnienia.

**Keywords:** settlement of heating costs, internal heat gains, heat transfer between premises

### Abstract

Internal heat gains in heated premises have a significant part in sustaining desired inner temperature. This phenomenon has been evaluated on the basis of a structured plot of external temperature in the heating season, equilibrium assumed temperature and statistical data, taken from the suppliers of other energy types. The study evaluated also the level of heat transfer between the heated premises in the case of reduction of heat supply to one of them. The evaluations show that taking internal temperature in the premises as a basis for settlement the heating costs is not justified.

© 2006-2011 Wydawnictwo SIGMA-NOT Sp. z o.o.  
All right reserved

## Czy temperatura w lokalu może być kryterium podziału kosztów ciepła dostarczanego przez instalację c.o.?

Zagadnienie zastosowania temperatury, występującej w lokalu ogrzewanym centralnie, w budynku wielorodzinnym, jako kryterium podziału kosztów ciepła zużywanego do celów centralnego ogrzewania, a dostarczanego przez instalację ogrzewczą w tym budynku, zostało opisane przez P.T. Autorów tego pomysłu, między innymi w publikacjach [1] i [2].

Konkluzja przedstawionych rozważań jest następująca: **Znaczącą część (2/3 wg [1] lub 3/4 wg [2]) kosztu ciepła, dostarczonego do budynku w trakcie trwania sezonu ogrzewczego, należy dzielić proporcjonalnie do udziału powierzchni użytkowej ogrzewanego lokalu w całej powierzchni użytkowej budynku, a pozostałą część, proporcjonalnie do średniej różnicy temperatury wewnętrznej i zewnętrznej określonej na podstawie strumienia ciepła dostarczonego przez grzejniki i przewody.**

Nie będziemy wchodzić w szczegóły dotyczące techniki pomiaru temperatury w pomieszczeniach w ciągu trwania sezonu ogrzewczego i akwizycji danych z takich pomiarów, a także metody wyliczania wspomnianej „średniej różnicy temperatury” występującej w okresie sezonu

ogrzewczego. Chcemy zastanowić się nad technicznymi i logicznymi uwarunkowaniami takiego podejścia i jego formalnoprawnymi implikacjami.

W uproszczeniu, równowaga cieplna ogrzewanego lokalu w stanie ustabilizowanym, w chwili czasowej  $j$  przedstawia się następująco:

$$\Phi_{em} + \Phi_{gn} \pm \Phi_{ht} = (H_{ve} + H_{tr}) \cdot (\Theta_i - \Theta_e) W \quad (1)$$

gdzie:

$\Phi_{em}$  – strumień ciepła emitowany przez elementy systemu ogrzewczego w lokalu, W,

$\Phi_{gn}$  – strumień ciepła pochodzący od zysków wewnętrznych, W,

$\Phi_{ht}$  – strumień ciepła przenikający z (lub do) sąsiedniego lokalu, W,

$H_{tr}$  – współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie, W/K,

$H_{ve}$  – współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację, W/K,

$\Theta_i$  – temperatura wewnętrzna, średnia, w lokalu, °C,

$\Theta_e$  – temperatura na zewnątrz budynku, °C.

*Uwaga:* Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i przez wentylację określone zgodnie z pkt. 8.3 i 9.3 normy PN-EN ISO 13790:2009 [3].

Odpowiednio stan równowagi cieplnej, w chwili czasowej  $j$ , dla całego budynku, opisuje zależność:

$$\Phi_{em,B} + \Phi_{gn,B} = (H_{ve,B} + H_{tr,B}) \cdot (\Theta_{i,B} - \Theta_e) kW. \quad (2)$$

Indeks dolny  $B$  oznacza tu, że odpowiednia wielkość dotyczy całego budynku, a wyrażenie  $\Phi_{ht}$ , określające prze-

\*) Dr Michał Kozak

\*\*\*) Mgr inż. Olgierd Romanowski – olgierd.romanowski@neostrada.pl  
Stowarzyszenie ds. Rozliczania Energii

niknie ciepła pomiędzy lokalami o różnej temperaturze, znika, bo zyski i straty poszczególnych, wymieniających ciepło lokali, wzajemnie się redukują.

Jeśli założyć, że strumienie powietrza wentylacyjnego w budynku są ustabilizowane (a takie założenie funkcjonuje w opracowaniu [1]), to suma współczynników przenoszenia ciepła we wzorze (2) jest „constans”. Mamy więc do czynienia z zależnością pomiędzy średnią temperaturą w budynku  $\theta_{i,B}$ , a strumieniami dostarczanego ciepła  $\Phi_{em,B}$  i  $\Phi_{gn,B}$ , które są, w tym wypadku, parametrami wymuszającymi. Nie dysponujemy precyzyjnymi danymi odnośnie „siły” każdego z tych dwóch parametrów, dla dowolnej chwili czasowej w trakcie trwania sezonu ogrzewczego, ale dysponujemy dobrym narzędziem do takiej oceny, w skali całego sezonu.

Łączne zużycie ciepła w sezonie ogrzewczym można zapisać jako:

$$Q_{em,B} + Q_{gn,B} = (H_{ve,B} + H_{ir,B}) \cdot \int \Delta\theta dt \quad \text{kWh} \quad (3)$$

gdzie:

$Q_{em,B}$  – ilość ciepła dostarczona do budynku przez system grzewczy, kWh,

$Q_{gn,B}$  – ilość ciepła pochodząca z zysków wewnętrznych, kWh,

$\Delta\theta = (\theta_i - \theta_e)$ ; chwilowa, godzinowa, różnica temperatury wewnętrznej i temperatury na zewnątrz budynku, K,

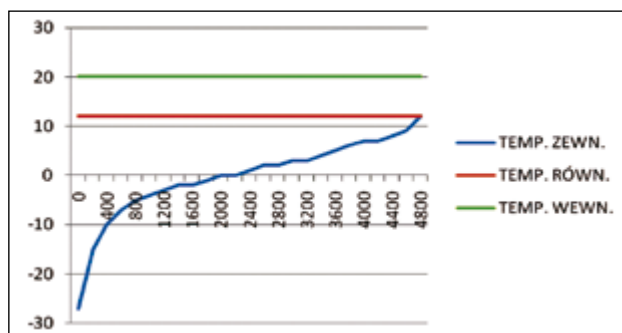
$t$  – czas trwania sezonu ogrzewczego, godz..

Oczywiście, aby równość (3), była spełniona, musi być znana zależność:

$\Delta\theta = f(t)$  – czyli wartość różnicy temperatury w budynku i na zewnątrz, w funkcji czasu trwania sezonu ogrzewczego.

Zależność taka jest znana w postaci uporządkowanego wykresu temperatury zewnętrznej przedstawionego na rys. 1.

Wykres na rysunku 1 sporządzony jest na podstawie wieloletniej statystyki danych meteorologicznych dla danej miejscowości. Oczywiście, jeśli sporządzilibyśmy taki wykres dla określonego, kalendarzowego sezonu ogrzewczego, to będzie się on nieco różnił od tego uśrednionego statystycznie wykresu. Uporządkowany wykres temperatury zewnętrznej mówi o czasie, w jakim występuje temperatura „niższa niż...”. Jak wynika to ze wzorów (2) i (3) zarówno chwilowe, jak i sezonowe zużycie ciepła w budynku jest wprost proporcjonalne do różnicy temperatury w pomieszczeniach i temperatury na zewnątrz. Jeśli na uporządkowany wykres temperatury zewnętrznej nanieśmy dodatkowo linię wartości temperatury wewnętrznej, to pole powierzchni obszaru zawartego pomiędzy tą linią a krzywą zmiany temperatury zewnętrznej, jest wprost proporcjonalne do sezonowych strat ciepła budynku, dla



Rys. 1. Uporządkowany wykres temperatury zewnętrznej

którego znana jest wartość stałego czynnika ( $H_{ve,B} + H_{ir,B}$ ). Ta zależność była kiedyś wykorzystywana do planowania zakupów opału na zimę, przez zarządców budynków, w których były indywidualne kotłownie. Na wykresie (rys. 1) naniesiono jeszcze jedną linię na poziomie  $\theta_e = 12^\circ\text{C}$ . Jest to linia równowagi, tzn. taka wartość temperatury zewnętrznej, przy której kończy się (ewentualnie zaczyna się) sezon ogrzewczy, a zyski wewnętrzne pokrywają całkowicie straty ciepła, pomieszczeń w budynku. Temperaturę  $12^\circ\text{C}$  wybrano przykładowo, jako najniekorzystniejszą z punktu widzenia tezy, którą chcemy uzasadnić w artykule. Dla budowanych współcześnie budynków temperatura ta wynosi ok.  $10^\circ\text{C}$ , a w przypadku budynków bardzo dobrze izolowanych cieplnie, nawet mniej.

Jak widać, linia temperatury  $12^\circ\text{C}$  dzieli obszar pomiędzy linią temperatury wewnętrznej a krzywą zmian temperatury zewnętrznej na dwie części. Pole powierzchni każdej z tych części odpowiada ilości dostarczanego ciepła: powyżej tej linii z zysków wewnętrznych w pomieszczeniach, a poniżej tej linii przez system centralnego ogrzewania w budynku.

Z wykresu wynika, że przez ok. 1/3 trwania sezonu ogrzewczego ilość ciepła pochodzącego z zysków wewnętrznych jest równoważna ilości ciepła dostarczanego przez system centralnego ogrzewania. Przez kolejną 1/3 sezonu zyski wewnętrzne stanowią od 40 do 30% ilości ciepła niezbędnego do podtrzymania temperatury użytkowej (górną linię), w ogrzewanych pomieszczeniach. Dopiero w okresie występowania niskich wartości temperatury, który, jak widać na wykresie jest stosunkowo krótki, wpływ zysków wewnętrznych na utrzymanie wymaganej temperatury w pomieszczeniu maleje do około 20%.

Do oceny udziału zysków wewnętrznych w całkowitym zapotrzebowaniu lokalu na ciepło niezbędne do podtrzymania wymaganej temperatury eksploatacyjnej, można także wykorzystać inne dane. Skorzystajmy z publikacji [4]. Z przytoczonych w niej danych wynika, że dla budynków starszych poddawanych termomodernizacji, zużycie ciepła maleje w ciągu ostatniego 10-lecia z ok. 165 do ok. 107 kWh/(m<sup>2</sup>a), natomiast dla budynków nowszych, o lepszej izolacyjności przegród, wynosi od 97 do 86 kWh/(m<sup>2</sup>a). Przyjmijmy do naszych rozważań wartość pośrednią 100 kWh/(m<sup>2</sup>a). Weźmy pod uwagę przeciętne mieszkanie o powierzchni użytkowej 50 m<sup>2</sup>, zajmowane przez 3 osoby. Dla takiego przeciętnego mieszkania, dostawca energii elektrycznej RWE-STOEN, określił roczne zużycie elektryczności na 1900 kWh/a. Przeciętne zużycie wody w lokalu z wodomierzami lokalowymi wody zimnej i c.w.u. wynosi ok. 60 dm<sup>3</sup>/os.doba, z czego ciepła woda stanowi 40%. Straty ciepła instalacji ciepłej wody rozpraszane w budynku stanowią ok. 10% ciepła użytecznego, dostarczanego z wodą.

Ciepło metaboliczne od ludzi, uwzględniając tylko ciepło jawne, wynosi 250 kJ/(h-os). Wynik przeliczenia zestawiono w tabeli 1. Przy obliczeniach uwzględniono, że podane w wymienionych publikacjach roczne zużycie ciepła do ogrzewania, dotyczy w rzeczywistości sezonu ogrzewczego. Dlatego, wszystkie inne ilości ciepła stosownie zredukowano, przyjmując długość sezonu 200 dni.

Problem wewnętrznych zysków ciepła był już wcześniej analizowany przez zespół badawczy z Politechniki Gliwickiej, a wyniki tej analizy publikowane na łamach czasopisma Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja [5]. Autorzy przywołanej analizy, użyli znacznie bardziej zaawansowanych metod oceny i badali zjawisko w warunkach dynamicznych, w odróżnieniu od zaprezentowanych

TABELA 1

Źródło dostawy ciepła	System c.o., kWh	Zyski wewnętrzne, kWh
Dostawa ciepła do c.o. (dane wg C.A. Pieńkowski) 50 m <sup>2</sup> · 100 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	5000	
Energia elektryczna+ gaz do gotowania (dane RWE-STOEN) 1900 kWh/a · 200/365		1041
Centralna ciepła woda 3 os. · 24 dm <sup>3</sup> /os. · 50 K · 4,19 kJ/(dm <sup>3</sup> ·K) · 200 dni · 0,1		84
Metabolizm 3 os. · 12 h · 250 kJ/h · 200 dni (przelicznik 3,6 MJ/kWh)		500
<b>Razem:</b>	<b>5000</b>	<b>1625</b>
Łączna dostawa ciepła: 6625 kWh. Udział zysków wewnętrznych średnio w sezonie: 24,5%. Stosunek zysków wewnętrznych do ciepła dostarczonego do c.o. 32,5%.		

w niniejszym tekście oceny stanów statycznych. Inny też był cel analizy. Chodziło o zasadność podawanych w normie wielkości poprawek, uwzględniających zyski wewnętrzne. Jednak wyniki rozważań są zbieżne z tezą niniejszego artykułu: wewnętrzne zyski ciepła w budynkach mieszkalnych stanowią od 13 do 24% bilansu strat cieplnych tych obiektów.

**A więc, z całą stanowczością należy stwierdzić, że błędne jest przyjęcie założenia, dotyczącego podziału kosztów ciepła dostarczonego z jednego źródła  $Q_{em,B}$  na podstawie temperatury wewnętrznej w lokalu  $\Theta_i$ , na podtrzymanie której, ma znaczący wpływ inne źródło ciepła, jakim są zyski wewnętrzne  $Q_{gn}$ , a za ich pojawienie się, użytkownik lokalu odrębnie zapłacił.**

Ustalanie, na podstawie temperatury w lokalu, udziału opłaty za ogrzewanie lokalu w kosztach dostawy ciepła do celów ogrzewania budynku, powoduje, że opłatę przypisuje się do strat ciepła tego lokalu, a nie do ilości ciepła dostarczonego do tego lokalu przez system grzewczy. Narusza to zasadę, wyrażoną w prawie cywilnym, że płaci się za dobro otrzymane, a nie za dobro stracone.

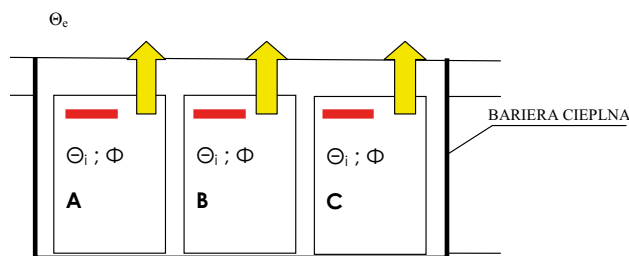
Inną kwestią, podnoszoną przez zwolenników wprowadzenia temperatury wewnętrznej w ogrzewanym lokalu, jako kryterium rozliczania kosztów dostawy ciepła do centralnego ogrzewania, są jakoby, kilkusetprocentowe błędy w rozliczeniu kosztów na podstawie wskazań nagrzewnikowych podzielników kosztów, w wypadku, gdy użytkownik jednego z lokali ogranicza wydajność grzejników, a temperatura w jego lokalu podtrzymywana jest kosztem dopływu ciepła od sąsiadów.

Wydaje się, że w tym wypadku pojęcie błędu zostało nieprawidłowo zdefiniowane. Błędem pomiaru wartości  $X$ , nazywamy taką wielkość  $\Delta x$ , która różni rzeczywistą wartość mierzonej wielkości od wartości wskazywanej przez przyrząd pomiarowy. Określamy ją zwykle jako, tzw. błąd względny  $\Delta x/X$  i wyrażamy w procentach. W tym przypadku nie chodzi jednak o uchyb wskazań podzielnika, bo to należy do innej kategorii. Porównywana jest natomiast ilość ciepła, jaką, wg wskazań podzielników, wyemitowały grzejniki w danym lokalu z ilością ciepła niezbędną do podtrzymania temperatury panującej w lokalu, czyli do wielkości strat ciepła tego lokalu. Z rozważań prowadzonych wyżej, dotyczących zysków wewnętrznych, widać, że jest to podejście niepoprawne. Jednak, argumentem zwolenników takiego podejścia do zagadnienia jest wspo-

mniana na początku sytuacja, w której użytkownik jednego z lokali ogranicza wydajność grzejników. Wówczas na podtrzymanie temperatury w tym lokalu mają wpływ zyski ciepła przenikającego z lokali sąsiednich. Zwolennicy nowych rozwiązań porównują te zyski z ilością ciepła wyemitowanego przez grzejniki, określoną na podstawie wskazań podzielników kosztów i opowiadają o wielkich błędach. Wydaje się jednak, że nikt do tej pory nie pokusił się o rzetelne oszacowanie wielkości transmisji ciepła pomiędzy sąsiadującymi lokalami. Źródłem nieporozumienia jest przyjmowanie za rzeczywistość, potencjalnej możliwości transmisji, wynikającej z wysokich współczynników przenikania ciepła dla ścian wewnętrznych i ich relatywnie dużego udziału w powierzchni przegród otaczających lokal. Nie zauważono przy tym, że konsekwentne stosowanie takiego podejścia prowadzi do absurdu. Jeśli bowiem, użytkownik lokalu całkowicie wyłączy grzejniki, to zdefiniowany przez zwolenników nowych rozwiązań błąd wyniesie; *plus nieskończoność*.

Aby ocenić zjawiska transmisji ciepła pomiędzy lokalami posłużmy się teoretycznym modelem. Przy czym, jako wielkość odniesienia, do której będziemy porównywali strumień ciepła przenikającego z lokalu do lokalu przyjmujemy emisję w lokalu dawcy, a nie biorcy.

Model obejmuje trzy identyczne lokale (rys. 2), odgródzone od pozostałych pomieszczeń w budynku powierzchnią izotermiczną (barierą cieplną). W stanie wyjściowym do wszystkich lokali dostarczane są takie same strumienie ciepła z instalacji ogrzewczej i takie same z zysków wewnętrznych i wszystkie lokale jednakowo tracą ciepło tylko przez ścianę zewnętrzną.



Rys. 2

Tak jak to było już wcześniej powiedziane, w warunkach obliczeniowych i w stanie ustalonym, do podtrzymania temperatury wewnętrznej obliczeniowej  $\Theta_i$  w każdym z lokali spełniona jest równość:

$$\Phi_{em} + \Phi_{gn} = (H_{ve} + H_w) \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \text{ kW.} \quad (4)$$

W celu uproszczenia dalszych przekształceń zapisujemy to w formie skróconej:

$$\Phi = H_z \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \text{ kW} \quad (5)$$

gdzie:

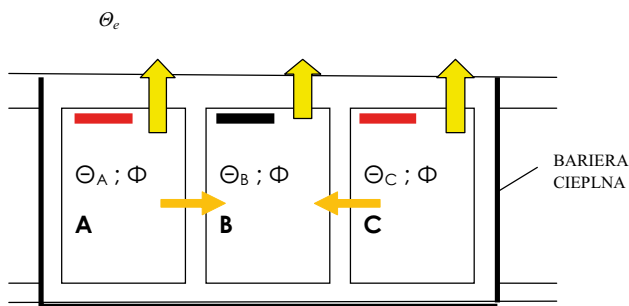
$\Phi_{em} + \Phi_{gn}$  – strumień ciepła dopływający do pomieszczenia, W,

$H_z = (H_{ve} + H_w)$  – sumaryczny współczynnik przeniesienia ciepła odniesiony do ściany zewnętrznej, W/K,

$H_w$  – współczynnik przeniesienia ciepła przez ścianę wewnętrzną, W/K.

## Zakłócenie

W warunkach obliczeniowej temperatury zewnętrznej, użytkownik lokalu B wyłączył grzejnik. Aby podtrzymać



Rys. 3

temperaturę w lokalach A i C użytkownicy otwierają zawory (rys. 3).

Temperatura wewnętrzna wynosi odpowiednio:  $\Theta_A$ ,  $\Theta_B$ ,  $\Theta_C$ , przy czym z symetrii układu wynika:  $\Theta_A = \Theta_C$  i można używać tylko jednego indeksu A.

Stan równowagi uzyskany po zakłóceniu opisują równania:

$$\Phi_A = H_z(\Theta_A - \Theta_e) + H_W \cdot (\Theta_A - \Theta_B) \text{ kW} \quad (6)$$

$$\Phi_C = H_z(\Theta_C - \Theta_e) + H_W \cdot (\Theta_C - \Theta_B) \text{ kW} \quad (7)$$

$$\Phi_B = H_z(\Theta_B - \Theta_e) - 2H_W \cdot (\Theta_A - \Theta_B) \text{ kW.} \quad (8)$$

Równania (6) i (7) są tożsame i możemy wykorzystać tylko jedno z nich.

Aby określić transmisję między lokalami A i B oraz C i B należy ustalić różnicę wartości ( $\Theta_A - \Theta_B$ ) oraz temperaturę  $\Theta_A$  w funkcji pozostałych parametrów.

Dla ułatwienia przekształceń przyjmujemy:

$$\Theta_A - \Theta_e = \Delta_A$$

$$\Theta_B - \Theta_e = \Delta_B; \text{ skąd: } \Theta_A - \Theta_B = \Delta_A - \Delta_B$$

$$\Theta_i - \Theta_e = \Delta_i$$

czyli różnica temperatury w warunkach obliczeniowych.

$$\Phi_A = H_z \Delta_A + H_W \cdot (\Delta_A - \Delta_B) \text{ kW} \quad (9)$$

$$\Phi_B = H_z \Delta_B - 2H_W \cdot (\Delta_A - \Delta_B) \text{ kW.} \quad (10)$$

Odejmując powyższe równania stronami wyliczamy:

$$(\Delta_A - \Delta_B) = (\Phi_A - \Phi_B) : (H_z + 3H_W) \text{ K} \quad (11)$$

$$\Delta_A = [\Phi_A(H_z + 3H_W) - (\Phi_A - \Phi_B)H_W] : [H_z(H_z + 3H_W)] \text{ K.} \quad (12)$$

Wielkości  $\Phi$  oraz  $H_z$ , występujące w równaniach (11) i (12), są wielkościami złożonymi.

$$\Phi_A = \Phi_{em}(I+p) + \Phi_{gn}$$

gdzie:

$\Phi_{em}$  – emisja cieplna powierzchni grzewczych w lokalu w warunkach obliczeniowych,

$\Phi_{gn}$  – emisja cieplna źródeł wewnętrznych w warunkach obliczeniowych,

$p$  – maksymalny stopień zwiększenia wydajności grzejników po pełnym otwarciu zaworu termostaticznego.

Równocześnie  $\Phi_{gn}/\Phi_{em} = \text{constans} = n$ , a stąd:  $\Phi_A = \Phi_{em}(I+p+n)$ .

Odpowiednio, po zamknięciu grzejnika w pomieszczeniu B pozostaje tylko strumień ciepła ze źródeł wewnętrznych.

Czyli:  $\Phi_B = n \cdot \Phi_{em}$ ,

dalej:

$$H_z = (H_{ve} + H_{tr}).$$

W warunkach ustabilizowanej wentylacji (takie założenie czyni również Autor oprac. [1])

$$H_{ve}/H_{tr} = \text{constans} = m, \text{ a stąd: } H_z = H_{tr}(I+m).$$

Wielkości  $H_{tr,z}$  oraz  $H_W$  są właściwościami konstrukcji przegród, a więc ich stosunek jest także wielkością stałą

$$H_W/H_{tr,z} = \text{constans} = q; \text{ stąd } H_W = q \cdot H_{tr,z}; \text{ (Uwaga: } q \gg 1).$$

Z równania (5) w warunkach obliczeniowych

$$\Phi = H_z \cdot (\Theta_i - \Theta_e),$$

a więc:

$$\Phi_{em,A}(I+n) = H_{tr,z}(I+m) \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \text{ i dalej:}$$

$$\Phi_{em,A}/H_{tr,z} = (\Theta_i - \Theta_e)(I+m)/(I+n).$$

Rozwijając równania (11) i (12) za pomocą wymienio-nych wyżej podstawień i dokonując stosownych przekształceń algebraicznych otrzymujemy wyrażenia:

$$\Theta_A - \Theta_B = [(\Theta_i - \Theta_e)(I+m)(I+p)] : [(I+n)(I+m+3q)] \text{ K} \quad (13)$$

$$\Theta_A - \Theta_e = (\Theta_i - \Theta_e)[(I+p+n)(I+m+3q) - q(I+p)] : [(I+n)(I+m+3q)] \text{ K.} \quad (14)$$

Jak widać, poszukiwane różnice temperatury zależą wyłącznie od obliczeniowej różnicy temperatury i wzajemnych relacji pomiędzy współczynnikiem przenoszenia ciepła przez przenikanie dla ściany zewnętrznej, ściany wewnętrznej, przenoszenia ciepła przez wentylację oraz możliwego maksymalnego powiększenia emisji cieplnej grzejnika, przy całkowicie otwartym zaworze termostaticznym.

Szczegółowe przypadki obliczeń przedstawiono w tabeli 2. Przyjęto następujące założenia:

- w pierwszym przypadku mamy do czynienia z obliczeniową temperaturą zewnętrzną  $\Theta_e = -20^\circ\text{C}$ , stosownie do tego udział zysków wewnętrznych w pokryciu zapotrzebowania na ciepło lokalu (na podstawie uporządkowanego wykresu temperatury, rys. 1) wynosi 20% ( $n = 0,2$ ), udział strat na wentylację 40% ( $m = 0,4$ ), maksymalny wzrost mocy grzejnika wynosi 15%, a stosunek współczynników przenoszenia ciepła przez przenikanie  $q = 4$ . Taka wartość  $q$  wynika z przyjęcia maksymalnych współczynników przenikania ciepła  $U$ , określonych w *Rozporządzeniu o warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki* oraz z założenia, że powierzchnia ścian wewnętrznych odgraniczających lokale A i B jest o 1/3 większa od powierzchni ściany zewnętrznej każdego z tych lokali,

- w drugim przypadku przyjęto warunki średnie sezonu ogrzewczego  $\Theta_e = 0^\circ\text{C}$ . W związku z tym, powiększa się do 40% udział zysków wewnętrznych ( $n = 0,4$ ). Pozostałe założenia nie ulegają zmianie.

W świetle przedstawionych wyników, mówienie o kilkusetprocentowych błędach, spowodowanych transmisją ciepła pomiędzy lokalami, pojawiających się przy rejestracji zużycia ciepła przez podzielniki kosztów, nie ma podstaw. Oczywiście, można zmieniać wartość przyjętych współczynników  $n, m, p, q$ , nie zmieni to jednak w sposób zasadniczy wielkości strat ciepła do sąsiada. Natomiast, należy odnotować radykalne, niekorzystne, obniżenie temperatury w lokalach A i C w wyniku niedoboru ciepła w lokalu B. Jest to wynik przyjętego modelu obliczeniowego – wyizolowania grupy pomieszczeń z reszty budynku i rozpatrywania modelu płaskiego, a nie trójwymiarowego. Praktyka nie potwierdza tak drastycznego



TABELA 2

$\Theta_i - \Theta_e$	$n$	$m$	$p$	$q$	$\Theta_A - \Theta_e, K$	$\Theta_A, ^\circ C$	$\Theta_A - \Theta_B, K$	$\Theta_B, ^\circ C$	$\kappa, \%$
40	0,2	0,4	0,15	4	32,11	12,11	4,0	8,11	26,25
20	0,4	0,4	0,15	4	17,24	17,24	1,72	15,52	22,76

$\kappa$  – stosunek ciepła traconego przez lokal A na rzecz lokalu B określono jako:

$$\frac{H_{tr,z} \cdot q (\Theta_A - \Theta_B)}{H_{tr,z} (1+m)(\Theta_A - \Theta_e) + H_{tr,z} \cdot q (\Theta_A - \Theta_B)}$$

obniżenia temperatury w lokalach, ponieważ nie istnieje układ cieplnie wyizolowany. W przypadku obniżenia temperatury w lokalu B dostawcami ciepła stają się nie tylko lokale bezpośrednio sąsiadujące, lecz także lokale dalej położone. W lokalach wokół lokalu B powstaje kaskada temperatury, swoisty lej depresji temperatury, którego centrum jest lokal B. Oczywiście ilość dostarczonego do lokalu B ciepła wówczas większa, niż wynika to z przeprowadzonych w tabeli 2 obliczeń. **Jednak ciągle jest to około kilkudziesięciu, a nie kilkuset procent. Nie jest to bynajmniej powód do zadowolenia.** Transmisja ciepła pomiędzy sąsiadującymi lokalami, podczas gdy użytkownik jednego z nich nadmiernie oszczędza, stanowi istotny problem w technice rozliczania kosztów ciepła, zgodnie z jego zużyciem w lokalach. Warto jednak zauważyć, że występuje ona zawsze, niezależnie od sposobu rozliczania kosztów ogrzewania. Wyłącznie grzejnika(ów) w jednym z lokali skutkuje obniżeniem temperatury w lokalach sąsiednich i związanym z tym dyskomfortem dla ich użytkowników. **Nie jest więc rozwiązaniem problemu rozliczanie kosztów ogrzewania na podstawie temperatury**

mierzonej w lokalach ogrzewanych. Rozlicza się w ten sposób koszt ciepła traconego, a nie koszt ciepła dostarczonego przez instalację centralnego ogrzewania. Wbrew oczekiwaniom, ten sposób podziału wcale nie jest bardziej sprawiedliwy niż podział oparty na wskazaniach podzielników kosztów. W dalszym ciągu premiuje bowiem, tych, którzy utrzymują w lokalu niską temperaturę i czerpią ciepło od sąsiadów. Rozwiązaniem tego problemu może być tylko właściwe sformułowanie regulaminu rozliczeń wprowadzanego przez zarządcę budynku, tak, aby użytkownikowi lokalu nie opłacało się obniżać nadmiernie temperatury. Autorzy artykułu uważają, że wprowadzanie do ustawy *Prawo energetyczne* temperatury w ogrzewanym lokalu, jako kryterium podziału kosztów jego ogrzewania jest niewłaściwe.

## LITERATURA

- [1] Pieńkowski C.A.: *Indywidualne rozliczanie kosztów ogrzewania mieszkań w budynkach wielorodzinnych*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok, 2006
- [2] Pieńkowski C.A.: *Metody podziału kosztów ogrzewania mieszkań w budynkach wielorodzinnych*, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 41/7-8 (2010)
- [3] Polska Norma: *PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia*
- [4] Pieńkowski C.A.: *Wpływ technologii budynków wielorodzinnych na zużycie ciepła* Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 41/12 (2010)
- [5] Lubina P., Nantka M.S., Foit H.: *Wewnętrzne zyski ciepła, a dynamika potrzeb cieplnych ogrzewanych pomieszczeń*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 6/2005 oraz 7-8/2005



**Fabryka Automatyki**



ul. Stawowa 50  
43-400 Cieszyń  
tel. +48 33 852 25 80 do 84  
fax +48 33 852 10 85  
www.fach.pl  
fach@fach.pl







**PONAD 55 LAT TRADYCJI**

**ZAWORY  
GWARANTUJĄCE  
BEZPIECZEŃSTWO**



- nowatorskie rozwiązania konstrukcyjne
- jakość potwierdzona certyfikatami
- najnowsza gama produktów ZB14 dedykowanych do ekologicznych źródeł grzewczych
  - instalacje solarne
  - pompy ciepła
  - piece CO



Chłodnictwo



Automatyka



LPG

## BSIR-PZITS

**BIURO STUDIÓW  
I RZECZOZNAWSTWA  
Polskiego Zrzeszenia  
Inżynierów  
i Techników Sanitarnych  
00-043 Warszawa  
ul. Czackiego 3/5 p. 212  
Tel./fax 22 827 02 63**

**Ekspertyzy** – opinie – konsultacje – opracowania z zakresu ochrony atmosfery – weryfikacje kosztorysów powykonawczych ze sprawdzaniem obmiarów i jakości robót – projekty – instrukcje

**w dziedzinach:** gazownictwo, wodociągi, kanalizacja, oczyszczalnie, uzdatnianie wody, ciepłownictwo, ogrzewnictwo, wentylacja, klimatyzacja, balneotechnika, pralnictwo, unieszkodliwianie odpadów, ochrona środowiska