

Czy temperatura wewnętrzna lokalu może być kryterium podziału kosztów ogrzewania?

May Internal Temperature in Premises be Accepted as Criterion for Sharing of Heating Costs?

PAWEŁ MICHNIKOWSKI*

Słowa kluczowe: podział kosztów ogrzewania

Streszczenie

Replika zawierająca opinię na temat kilku aspektów poruszanej problematyki, dotyczącej artykułu zamieszczonego w numerze 7-8/2011 pt. „Temperatura jako kryterium podziału kosztów ogrzewania” autorów Pana dra Michała Kozaka i mgr inż. Olgierda Romanowskiego.

Keywords: sharing of heating cCosts

Abstract

A rejoinder is presented containing an opinion about a few aspects of the issues discussed in the article “Temperature as Criterion for Sharing of Heating Costs” published by Michał Kozak, PhD and Olgierd Romanowski, MSc Eng. in the 7-8/2011 issue.

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

W NUMERZE 7-8/2011 czasopisma „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja” [1] ukazał się artykuł pt. „Temperatura jako kryterium podziału kosztów ogrzewania” autorów dra Michała Kozaka i mgr inż. Olgierda Romanowskiego. Od szeregu lat zajmuję się podziałem kosztów ogrzewania, dlatego chciałbym zabrać głos w paru aspektach poruszanej problematyki.

Na wstępie tej polemiki chciałem zwrócić uwagę na literaturę na jaką powołali się PT Autorzy wymienionego artykułu. Ogranicza się ona do czterech wyrwykowych pozycji i jednej normy dotyczącej obliczania zużycia energii do ogrzewania, i chłodzenia. Autorzy przypisują pomysł metody rozliczeń opartej na pomiarze temperatury w pomieszczeniach doktorowi inż. Cezaremu Pieńkowskiemu. Nie jest to prawdą, ponieważ dr Cezary Pieńkowski tylko głęboko przeanalizował literaturę i wszystkie metody podziału kosztów i uznał metodę opartą na wykorzystaniu temperatury wewnętrznej jako godną polecenia do szerokiego stosowania. Pierwszy znany mi artykuł na temat rozliczeń kosztów ogrzewania na podstawie mierzonej temperatury w pomieszczeniach ukazał się w Polsce w numerze 11 „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja” z 1992 roku [6] i jego autorem był profesor Józef Śmigiełski z IMP PAN Gdańsk. Podobny do opisywanego przez niego systemu, a mianowicie system GT-15 oferowała w tym czasie szwedzka firma ICM.

W roku 2004 w numerze 6 „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja” ukazał się artykuł prof. Władysława Sza-

flika i doktora inż. Jana Skórskiego z Politechniki Szczecińskiej [5], w którym Autorzy omówili podstawy teoretyczne tego systemu rozliczeniowego, jego zalety i wady oraz podali rozwiązanie systemu pomiarowego. Warto jeszcze przywołać publikację prof. Witolda Wasielewskiego z nr 7-8 „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja” z 2004 roku [7], który napisał: „Ilość ciepła dopływającego z sąsiednich mieszkań musi być określana na podstawie pomiarów temperatury wewnętrznej”.

Autorzy w tekście i podsumowaniu komentowanej publikacji [1] autorytatywnie stwierdzają, że po pierwsze błędne jest przyjęcie założenia, że podziału kosztów ciepła dostarczonego przez system ogrzewczy budynku można dokonywać na podstawie temperatury wewnętrznej lokalu, po drugie, że przecenia się wartość błędu podziału kosztów ogrzewania spowodowanego przenikaniem ciepła przez przegrody wewnętrzne. Pośrednio w niej w ten sposób stwierdzają, wbrew oczywistym faktom, że stosowany system rozliczeń za pomocą podzielników jest dobry. Warto zadać pytanie, skąd przy stosowaniu tego systemu rozliczeń, biorą się rzesze niezadowolonych ludzi płacących kilkakrotnie więcej od sąsiadów, chociaż fizycznie jest niemożliwe, aby pobierali kilkakrotnie więcej energii na ogrzewanie własnego lokalu? Skąd biorą się setki spraw sądowych, przedmiotem których jest prawidłowość podziału kosztów ogrzewania na podstawie wskazań podzielników? Kilkukrotnie wykonywałem opinie na ten temat i dysponuję materiałami źródłowymi, dlatego dziwi mnie polemiczneformułowanie Autorów „są jakoby, kilkusetprocentowe błędy w rozliczeniu kosztów na podstawie wskazań nagrzejnikowych podzielników ciepła”.

Warto przyjrzeć się sposobowi argumentacji zastosowanej przez Autorów w wymienionej publikacji oraz wnio-

* Dr inż. Paweł Michnikowski – Stowarzyszenie Polskich Firm Rozliczających Media; pawel.michnikowski@almot-eco.com

skom końcowym, wpływającym z właśnie takiego sposobu argumentacji.

Autorzy kilkakrotnie przywołują w tekście stwierdzenie: „Ustalanie, na podstawie temperatury w lokalu, udziału opłaty na ogrzewanie lokalu w kosztach dostawy ciepła do celów ogrzewania budynków, powoduje, że opłatę przypisuje się do strat ciepła tego lokalu, a nie do ilości ciepła dostarczonego do tego lokalu przez system ogrzewczy. Narusza to zasadę, wyrażoną w prawie cywilnym, że płaci się za dobro otrzymane, a nie za dobro stracone”.

Szkoda, że Autorzy [1] nie zapoznali się z systemem rozliczeń, który tak krytykują. Krótko wyjaśniając, system ten polega na podziale ciepła dostarczonego do budynku, a nie podziale strat ciepła jak sugerują Autorzy, proporcjonalnie do średnich różnic temperatury w pomieszczeniu i otoczeniu zewnętrznym. Przy okazji Autorzy pomijają zasadę zachowania energii, bo przecież ciepło dostarczone do budynku i zyski ciepła występujące w budynku pokrywają te straty.

Typowym przykładem argumentacji budzącej sprzeciw osób zajmujących się problematyką rozliczeń na podstawie temperatury jest poniższe sformułowanie: „Wbrew oczekiwaniom, ten sposób podziału nie jest bardziej sprawiedliwy niż podział oparty na wskazaniach podzielników kosztów. W dalszym ciągu premiuje tych którzy utrzymują w lokalu niską temperaturę i czerpią ciepło od sąsiadów”

Jeżeli wyłączymy grzejniki w pomieszczeniu, to podzielniki wykażą zerowe zużycie energii i udział kosztów związany ze wskazaniami podzielników będzie zerowy. Natomiast jeżeli mierzymy temperaturę w pomieszczeniu, to w tym przypadku wewnętrzne zyski ciepła i ciepło przenikające od sąsiadów spowodują, że nie spadnie ona do zera. Będzie na określonym poziomie, a uwzględnienie tej różnicy temperatury pomiędzy pomieszczeniem i otoczeniem umożliwia uwzględnienie tego ciepła w rozliczeniach. Można więc wyraźnie stwierdzić, że nie ma podstaw do powyższego sformułowania Autorów. Właśnie krytykowana przez Autorów metoda uwzględnia w kosztach ogrzewania pobór ciepła od sąsiadów!

Problematyka temperatury wewnętrznej lokalu jako kryterium podziału kosztów ogrzewania

Autorzy wspomnianej publikacji do udowodnienia swojej pierwszej tezy o braku uzasadnienia dla temperatury wewnętrznej lokalu służącego jako parametr do podziału kosztów ogrzewania, przytaczają równanie na łączne zużycie ciepła w sezonie ogrzewczym budynku w postaci [1]:

$$Q_{em,B} + Q_{gn,B} = (H_{ve,B} + H_{tr,B}) \int \Delta \theta dt \quad (1)$$

gdzie:

$Q_{em,B}$ – ilość ciepła dostarczonego do budynku przez system ogrzewczy, kWh,

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

$\Delta \theta = (\theta_i - \theta_e)$ – chwilowa, godzinowa, różnica temperatury wewnętrznej i zewnętrznej budynku, K.

Autorzy publikacji [1] pominieli w równaniu bilansu cieplnego budynku (1) bardzo istotną ilość ciepła pochodzącego od nasłonecznienia, ponieważ ilość ciepła od zysków wewnętrznych jej nie obejmuje. Argumentem przemawiającym za przyjęciem hipotezy, że jed-

nak włączyli ilość ciepła od nasłonecznienia do segmentu oznaczonego $Q_{gn,B}$ – nazwanego ilością ciepła od zysków wewnętrznych, jest wielkość tych zysków, czyli przyjęcie przez nich 20% udziału ich w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło lokalu w warunkach obliczeniowych. Jak wynika bowiem z literatury, na którą się powołują [2], dla lokali mieszkalnych, zyski od źródeł wewnętrznych dla średniej temperatury stycznia wynoszą 10%, a zyski pochodzące od słońca 12%, czyli razem właśnie 22%. Jeżeli jako punkt odniesienia dla bilansu zysków przyjmie się temperaturę obliczeniową, to udział odpowiednich zysków będzie jeszcze mniejszy. Argumentem, który przemawia za hipotezą przeciwną, że Autorzy publikacji nie uwzględnili zysków ciepła od słońca i nie zaliczyli ich do $Q_{gn,B}$ jest włączenie do tych zysków energii elektrycznej oraz poniższe sformułowanie w publikacji: „...jakimi są zyski wewnętrzne Q_{gn} , a za ich pojawienie się, użytkownik lokalu odrębnie zapłacił”.

Jeżeli przyjmiemy, że słuszna jest hipoteza, że Autorzy publikacji [1], pisząc o zyskach wewnętrznych mieli na myśli zyski ciepła, za które użytkownik odrębnie zapłacił (w tym kontekście jak zakwalifikować zyski od ludzi), to maksymalny udział ich w bilansie zapotrzebowania lokalu na ciepło w warunkach obliczeniowych nie przekracza 10%, a w warunkach średniej temperatury sezonu ogrzewczego 20%, a nie jak przyjęli Autorzy odpowiednio 20% i 40%.

Kolejną sprawą budzącą sprzeciw oraz podważającą całą argumentację Autorów, dotyczącą wpływu źródeł wewnętrznych na wiarygodność podziału kosztów ogrzewania na podstawie temperatury wewnętrznej lokalu, jest zamiana 100% dostarczonej do lokalu energii elektrycznej na ciepło ze źródeł wewnętrznych.

Autorzy [1] formułując wniosek końcowy pierwszej części publikacji o tym, że błędne jest przyjęcie założenia, dotyczącego podziału kosztów ciepła dostarczonego z jednego źródła na podstawie temperatury wewnętrznej, zapomnieli go udowodnić. Żadne stanowcze stwierdzenia nie zastąpią bowiem, tzw. twardych dowodów. Nie jest bowiem dowodem to co napisali, że sam wpływ zysków wewnętrznych na poziom temperatury lokalu, eliminuje ją z grona parametrów służących do określenia poziomu zużycia energii do ogrzewania. Nie jest dowodem dlatego, że występowanie zysków wewnętrznych o podobnej jednostkowej wartości we wszystkich lokalach, nie pogarsza jakości podziału kosztów ogrzewania. Taki wpływ można wyeliminować w postaci poprawki, zmiany układu odniesienia lub nie eliminować go z systemu w ogóle, ponieważ ma on podobny wpływ na wysokość kosztów ogrzewania w każdym lokalu. Jego wpływ można porównać do tego, jaki ma stałe miejsce montażu podzielnika na dokładność podziału kosztów ogrzewania. Jeżeli Autorzy publikacji [1] napisaliby, czego nie zrobili, że błąd podziału kosztów ogrzewania na podstawie temperatury lokalu, wynika z różnych udziałów zysków wewnętrznych w całkowitym zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania, to częściowo można się z nimi zgodzić. Jednak biorąc pod uwagę, że jest on wielokrotnie mniejszy, niż błąd spowodowany brakiem uwzględnienia w rozliczeniu, zjawiska nieewidencjonowanych zysków ciepła od pionów i z lokali sąsiednich, to wykorzystanie jako parametru rozliczania indywidualnych kosztów ogrzewania temperatury wewnętrznej, jest uzasadnione i w warunkach polskiego budownictwa konieczne.

Błąd względny spowodowany brakiem uwzględnienia w podziale kosztów ogrzewania zjawiska przepływów ciepła pomiędzy lokalami

Autorzy analizowanej publikacji [1] zarzucają zwolennikom wprowadzenia do podziału kosztów ogrzewania temperatury wewnętrznej złą interpretację błędu względnego, spowodowanego brakiem uwzględnienia przepływów ciepła pomiędzy lokalami. Piszą: „Jeżeli bowiem, użytkownik lokalu całkowicie wyłączy grzejniki, to zdefiniowany przez zwolenników nowych rozwiązań błąd wyniesie; plus nieskończoność”.

Warto sprawdzić, czy taka interpretacja błędu ma sens metrologiczny. Błąd względny spowodowany brakiem uwzględnienia przez wskazanie podzielnika ilości ciepła z innych źródeł niż grzejniki można opisać zależnością:

$$\delta_{wz} = \frac{x - x_p}{x_p} 100\% \quad (2)$$

gdzie:

x – wskazanie podzielnika

x_p – poprawne wskazanie podzielnika

Jeżeli użytkownik całkowicie wyłączy grzejniki, to wskazanie podzielnika x wyniesie zero, natomiast poprawne wskazanie podzielnika uwzględniające ciepło z innych źródeł x_p różni się od zera, co powoduje, że błąd względny wynosi -100%. Potocznie mówimy, że wskazanie podzielnika jest za małe o 100%. Natomiast jeżeli lokal dogrzewa inny lokal o niższej temperaturze, to wartość wskazania podzielnika x jest większa niż wartość poprawna x_p , która nie zawiera ciepła oddanego do sąsiedniego lokalu. Wtedy błąd względny ma znak dodatni i może wahać się od zera do plus kilkaset procent. Nie ma więc przypadku błędu plus nieskończoność, który zakłada prawie zerowe wskazanie poprawne podzielnika, co może wystąpić gdy lokal w ogóle nie pobiera ciepła. Przypadek taki nie występuje w rzeczywistości. Przypadek opisany przez Autorów publikacji [1] nie występuje, ponieważ nie występuje w budynku wielorodzinnym sytuacja, gdy $x_p \approx 0!!!$

Problematyka błędu podziału kosztów ogrzewania spowodowanego brakiem uwzględnienia przepływów ciepła do sąsiednich lokali

Autorzy analizowanej publikacji [1] po próbie udowodnienia, że niewłaściwe jest stosowanie jako kryterium podziału kosztów ogrzewania temperatury wewnętrznej, dokonali teoretycznej oceny wagi zjawiska przenikania ciepła przez przegrody wewnętrznej. Do tego celu zbudowali model matematyczny, oparty na założeniu, że dwa ogrzewane lokale dostarczają ciepło do trzeciego lokalu z wyłączonym ogrzewaniem, zlokalizowanego pomiędzy nimi. Model złożony z trzech lokali odgradzony jest od pozostałej części budynku barierą termiczną, przez którą nie następuje wymiana ciepła. Przy okazji warto skorygować niewłaściwe nazewnictwo przez nich zastosowane, ponieważ przegroda, przez którą nie występuje wymiana ciepła nie nazywa się izotermiczną, lecz adiabatyczną.

Sam model zbudowany przez Autorów mimo, że formalnie prawidłowy, pozwala jednak na bardzo wycinkową ocenę zjawiska. Także warunki brzegowe, przyjęte do ilościowej oceny błędu spowodowanego nie uwzględnieniem wymiany ciepła przez przegrody wewnętrzne

na jakość podziału kosztów ogrzewania, są mało wiarygodne. Może warto przeanalizować je w kolejności ich przyjęcia:

- wartości udziałów zysków wewnętrznych w pokryciu zapotrzebowania na ciepło lokalu w warunkach obliczeniowych 20%, a w warunkach średniej temperatury zewnętrznej sezonu 40% są zawyżone o przynajmniej 100%, co zostało już udowodnione na podstawie innej publikacji [2],

- przyjęcie maksymalnego wzrostu mocy grzejników, czyli ich możliwe przewymiarowanie 15%, zostało przyjęte według starych przepisów, które nie są obecnie aktualne. Zgodnie z obecnie obowiązującą normą PN-EN 12831 należy dobierać zwiększoną moc grzejników, która ma pokryć ewentualne straty ciepła do grup (lokali) z ograniczonym ogrzewaniem. Norma przewiduje, że obliczeniowa temperatura w sąsiednich lokalach, jest średnią arytmetyczną określoną zależnością [3]:

$$\theta_u = \frac{\theta_{int,i} + \theta_{m,e}}{2} \quad (3)$$

gdzie:

θ_u – orientacyjna temperatura w sąsiednich lokalach w przypadku osłabienia ogrzewania w °C (w zależności od stacji meteorologicznej, temperatura θ_u waha się od 13,2 do 14 °C),

$\theta_{int,i}$ – projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej, °C

$\theta_{m,e}$ – roczna średnia temperatura zewnętrzna, °C.

Zgodnie z założeniami normy PN-EN 12831 przyjęcie przewymiarowania grzejników w wysokości 15% jest kontrowersyjne. Jak wynika z praktyki projektowej, wydajność cieplna grzejników często ponad dwukrotnie przekracza zapotrzebowanie na ciepło pomieszczeń.

W przypadku już istniejących instalacji ogrzewczych, szczególnie zaprojektowanych w czasach, gdy nie były stosowane zawory termostatyczne oraz nie funkcjonowały systemy rozliczania kosztów ogrzewania, wielkość grzejników nawet więcej niż dwukrotnie przekracza zapotrzebowanie. Dlatego podawana przez Autorów wartość 15% nadwyżki mocy jest mało realistyczna.

- stosunek współczynników strat ciepła przez przenikanie q – ściany wewnętrznej do zewnętrznej, został przyjęty przez Autorów [1] jako 4. Jak podają w tekście publikacji wynikał on z przyjęcia maksymalnych współczynników przenikania ciepła U określonych w Rozporządzeniu [4] oraz założenia, że powierzchnia ścian wewnętrznych ograniczających analizowane lokale jest o 1/3 większa od powierzchni ich ścian zewnętrznych. Jeżeli maksymalny współczynnik U_{sz} ścian zewnętrznych według Rozporządzenia wynosi 0,3 W/(m²·K) to współczynnik U_{sw} ścian wewnętrznych według tego założenia musi wynosić:

$$U_{sw} = 4 \cdot 0,3/1,33 = 0,902 \text{ W/(m}^2\text{·K)} \quad (4)$$

Nie ma w Rozporządzeniu żadnych ograniczeń dotyczących ścian wewnętrznych pomieszczeń ogrzewanych. Jest maksymalna wartość $U = 1 \text{ W/(m}^2\text{·K)}$ dla przegród wewnętrznych pomiędzy pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi, natomiast przykład podawany przez Autorów dotyczy lokali i pomieszczeń ogrzewanych, z czasowo wyłączonym ogrzewaniem w niektórych z nich.

Dla typowej ściany działowej z cegły dziurawki o grubości 15 cm obustronnie otynkowanej wartość współczynnika U wynosi $2,04 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Z doświadczenia wynika, że rzeczywiste wartości współczynnika U_{sw} wynoszą pomiędzy 2-3 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, co pozwala ustalić stosunek współczynników q na co najmniej 9.

Publikacja [1] kończy się tablicą, w której podano udziały ciepła traconego przez każdy z dwóch lokali, na rzecz lokalu nieogrzewanego, w całkowitym zapotrzebowaniu tych lokali na ciepło do ogrzewania. Wynoszą one w zależności od warunków zewnętrznych odpowiednio:

- dla warunków projektowych – 26,25%
- dla warunków średniej temperatury sezonu ogrzewczego – 22,76%.

Powyższe wartości nie są równoznaczne z błędami względnymi popełnianymi przy przyjęciu zwiększonej ilości ciepła spowodowanej jego przepływem do lokali sąsiednich, zamiast ilości, która tą stratą ciepła nie jest obciążona. W przypadku zdefiniowania poprawnie błędu względnego, to jego wartość dla każdego z lokali ogrzewających lokal z wyłączonym ogrzewaniem jest zdecydowanie większa, nawet przy przyjętych przez Autorów poziomie parametrów brzegowych. Błąd względny określenia zużycia ciepła należy w tym przypadku zdefiniować tak, że w liczniku występuje różnica określonej z pomiaru wartości ciepła i wartości poprawnej, natomiast w mianowniku wartości poprawnej. Przy takiej definicji błędu względnego, jego wartości wynoszą:

- dla warunków obliczeniowych – 34,1%.
- dla warunków średniej temperatury sezonu ogrzewczego – 28,44%.

Autorzy dyplomatycznie nie wspomnieli o wielkości błędu względnego popełnianego dla lokalu z wyłączonym ogrzewaniem. Definiując ten błąd tak jak poprzednio, czyli w liczniku różnicę pomiędzy ilością ciepła ze źródeł wewnętrznych i sumy całkowitej ilości ciepła (ciepło z przenikania i źródeł wewnętrznych), w mianowniku całkowitej ilości ciepła, otrzymano następujące wartości:

- dla warunków obliczeniowych – (-73,05%),
- dla warunków średniej temperatury sezonu ogrzewczego – (-32,57%).

Ponieważ warunki brzegowe symulacji przeprowadzonej przez Autorów publikacji [1] są błędne – ilość zysków wewnętrznych, stopień przewymiarowania grzejników oraz stosunek współczynników strat przez przenikanie, do dalszej analizy przyjęto poprawne wartości wcześniej wyznaczone w tej polemice i podstawiono do modelu obliczeniowego zaproponowanego przez Autorów. Po dokonaniu stosownych obliczeń, otrzymano wartości błędów względnych dla każdego z lokali ogrzewających lokal w wyłączonym ogrzewaniem:

- dla warunków obliczeniowych ($n=0,1$; $p=0,5$; $q=9$) – 42,26%

- dla warunków średniej temperatury sezonu ogrzewczego ($n=0,2$) – 38,80%,

natomiast błędy względne wyznaczenia zużycia ciepła do ogrzewania lokalu z wyłączonymi grzejnikami (ciepło pochodzi ze źródeł wewnętrznych oraz sąsiednich lokali), wynoszą odpowiednio:

- dla warunków obliczeniowych – (-86,36%),
- dla warunków średniej temperatury sezonu ogrzewczego – (- 58,60%).

Jak widać z powyższej korekty, wpływ ciepła pochodzącego z sąsiednich lokali w bilansie ciepła lokalu z wyłączonym ogrzewaniem jest bardzo istotny, a to w konsekwencji prowadzi do znacznych błędów przy podziale kosztów ogrzewania. Z modelu zaproponowanego przez Autorów analizowanej publikacji [1] i poprawnych warunków brzegowych wynika, że dla lokalu z zamkniętymi grzejnikami, ilość ciepła pobranego z sąsiednich dwóch lokali jest ponad 6 – krotnie większa niż ciepła z własnych źródeł wewnętrznych (86,36% ciepło od sąsiadów, 13,64% ciepło ze źródeł wewnętrznych).

Autorzy publikacji [1] nie udowodnili postawionych przez siebie dwóch hipotez: o błędnym przyjęciu temperatury wewnętrznej jako kryterium podziału kosztów ogrzewania oraz o braku istotności przepływów ciepła pomiędzy lokalami na podział kosztów ogrzewania.

Autor niniejszej polemiki uważa, że w polskich warunkach budownictwa nie można prawidłowo rozliczać kosztów ciepła centralnie dostarczonego do budynku na poszczególne lokale, bez przynajmniej pośredniego wykorzystania jako parametru średniej temperatury wewnętrznej rozliczanych lokali.

LITERATURA

- [1] Kozak M., Romanowski O.: *Temperatura jako kryterium podziału kosztów ogrzewania*, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 7-8/2011, s. 288÷292
- [2] 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, s. 29÷33
- [3] Norma PN-EN 12831:2006, *Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego*
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 6 listopada 2008 r. *zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*
- [5] Skórski J., Szaflik W.: *Podział kosztów ogrzewania na podstawie pomiaru temperatury w pomieszczeniach za pomocą miniaturowych rejestratorów*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 6/2004, str. 7÷12
- [6] Śmigielski J.: *Wskaźniki kosztów ogrzewania*, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 11/1992, str. 299÷300.
- [7] Wasilewski W.: *Rozdział kosztów ogrzewania w budynkach wielorodzinnych*, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 7-8/2004, s. 14÷16

Szanowni Czytelnicy!

Na stronie www.sigma-not.pl można zamówić roczną prenumeratę czasopism w wersji PLUS.

Uzyska się wtedy dostęp do elektronicznych publikacji danego czasopisma z lat 2004-2011

(od 1 marca br. również za rok 2012).