

Rozliczanie kosztów zużytej ciepłej wody w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych

Settlement of the costs of hot water used in multi-family residential buildings

WŁADYSŁAW SZAFLIK, ALEKSANDER A. STACHEL

DOI 10.36119/15.2024.12.6

Artykuł poświęcony jest problematyce rozliczania kosztów ciepła na przygotowanie ciepłej wody w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych. Na wstępie zaprezentowano i omówiono w nim bilans ciepła niezbędnego do zapewnienia lokatorom ciepłej wody o właściwej temperaturze. Następnie scharakteryzowano spotykane metody rozliczania kosztów ciepłej wody w budynkach wielorodzinnych. Przeanalizowano wpływ wielkości zużycia wody przez poszczególne lokale na jej cenę jednostkową, przy obecnie stosowanych metodach rozliczeń. Zaproponowano metodę umożliwiającą, zdaniem autorów, uwzględnienie rzeczywistej ilości ciepła traconego w układzie ciepłej wody, a przez to bardziej sprawiedliwy podział kosztu pobranej ilości ciepła na potrzeby c.w. pomiędzy lokatorów. Dla nowo zasiedlonego budynku podano wyniki obliczeń podziału kosztów ciepła, sporządzone metodą obecnie stosowaną oraz metodą zaproponowaną przez autorów. Przedstawiono różnice między nimi.

Słowa kluczowe: instalacje ciepłej wody, zapotrzebowanie na energię dla ciepłej wody, cena ciepłej wody

The article concerns the issue of settling the costs of hot water heating in multi-family residential buildings. In the beginning, the balance of heat necessary to provide the tenants with hot water at the right temperature was presented and discussed. Then, the methods of settling hot water costs in multi-family buildings were characterized. The impact of the volume of water consumption by individual premises on its unit price was analysed, with the currently used settlement methods. A method has been proposed that, in the opinion of the authors, allows for taking into account the actual amount of heat lost in the hot water system, and thus a fairer distribution of the cost of the amount of heat consumed for hot water needs among the tenants. For the newly occupied building, the results of calculations of heat cost allocation using the currently used method and the method proposed by the authors are presented. The differences between them are shown.

Keywords: hot water installations, energy demand for hot water, hot water price

Oznaczenia

c_{cw} – ciepło właściwe wody [W/(dm ³ K)],	t_{zw} – temperatura zimnej wody, [°C],	rozprowadzającej (ciepło związane ze stratami w obiegu cyrkulacji), [W],
d – średnica wewnętrzna danej warstwy przewodu z izolacją, [m],	u_{cw} – udział kosztów ciepła na ciepłą wodę w kosztach zmiennych, [-],	α_i – współczynnik przejmowania ciepła dla wewnętrznej powierzchni rury, [W/(m ² K)],
k_j – liniowy współczynnik przenikania ciepła (odniesiony do 1 m rury), [W/(m K)],	u_{str} – udział kosztów strat ciepła w obiegu cyrkulacji i w węźle w kosztach zmiennych, [-],	α_e – współczynnik przejmowania ciepła dla zewnętrznej powierzchni rury, [W/(m ² K)],
K_s – koszty stałe podane przez dostawcę ciepła, [zł],	V – objętość ciepłej wody pobranej w określonym przedziale czasu, [dm ³],	ε_{cw} – wskaźnik zużycia ciepła, [-],
K_z – koszty zmienne podane przez dostawcę ciepła, [zł],	Q – ciepło dostarczane w danym okresie do układu przygotowania ciepłej wody, [MJ],	λ_k – współczynnik przewodzenia ciepła warstwy k przewodu, [W/(m K)],
l – długość danego odcinka (działki), [m],	Q_{cw} – ciepło pobierane z ciepłą wodą w danym okresie przez lokatorów, [MJ],	ρ_{cw} – gęstość wody ciepłej [kg/dm ³].
n – liczba lokali korzystających z instalacji ciepłej wody [-].	Q_{str} – ciepło tracone w danym okresie w węźle i w instalacji c.w. podczas cyrkulacji, [MJ],	
t_{cw} – temperatura c.w. w punkcie czerpalnym, w lokalu użytkownika, [°C],	\dot{Q}_{SW} – strumień strat ciepła w instalacji węzła ciepłej wody, [W],	
t_o – temperatura otoczenia odcinka przewodu rozprowadzającego ciepłą wodę, [°C],	\dot{Q}_{si} – strumień ciepła potrzebny do utrzymania odpowiedniej temperatury ciepłej wody w instalacji	

Wprowadzenie

Typowa instalacja doprowadzająca ciepłą wodę do punktów poboru składa się z centralnego układu przygotowania ciepłej wody, przewodów rozprowadzających i cyrkulacyjnych, a także punktów czerpalnych (armatury). Ponadto lokale mieszkalne powinny być wyposażone

w wodomierze wody ciepłej (i wody zimnej), co wynika z warunków technicznych [3], które stanowią, że w budynku mieszkalnym wielorodzinnym, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy stosować urządzenia do pomiaru ilości ciepła lub ilości paliwa zużywanego do przygotowania c.w.

Ze względu na charakter potrzeb odbiorców, pobór ciepłej wody z poszczególnych punktów czerpalnych odbywa się w sposób losowy, przez stosunkowo krótki czas. Natomiast instalacja doprowadzająca c.w. do punktów czerpalnych musi być przez cały czas gotowa do dostawy wody w wymaganych ilościach i o odpowiedniej temperaturze. Pewność dostawy wody o żądanych parametrach uzyskuje się poprzez odpowiednie zaprojektowanie węzła cieplnego i cyrkulację ciepłej wody w instalacji, niezależnie od tego, czy woda jest aktualnie pobierana, czy nie. Cyrkulacja (krążenie) wody w instalacji zapewnia w każdej chwili dopływ wody o odpowiedniej temperaturze do punktów poboru. Przy braku cyrkulacji w instalacji występowałoby schładzanie ciepłej wody spowodowane przenikaniem ciepła z przewodów do otoczenia, szczególnie odczuwalne przy braku jej poboru.

Warunki Techniczne [3] stanowią, że „W budynkach, z wyjątkiem jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej, w instalacji ciepłej wody powinien być zapewniony stały obieg wody, także na odcinkach przewodów o objętości wewnątrz przewodu powyżej 3 dm³ prowadzących do punktów czerpalnych.” Dodatkowo instalacja ciepłej wody musi spełniać warunek mówiący, że „Straty ciepła na przesyle **ciepłej wody** i w przewodach cyrkulacyjnych powinny być na racjonalnie niskim poziomie.” Dlatego przewody doprowadzające c.w. należy wyposażyć w odpowiednią izolację termiczną, ograniczającą straty ciepła, która powinna spełniać wymagania określone w załączniku 2 do ww. rozporządzenia.

W 2021 r. polskie prawo zostało dostosowane do Dyrektywy Unii Europejskiej 2018/2002/UE, w tym do artykułu 9a – 11a dotyczącego rozliczania kosztów ciepła w budynkach wielolokalowych. W wyniku tego postępowania znowelizowano artykuł 45a ustawy „Prawo energetyczne” a na tej podstawie Minister Klimatu i Środowiska wydał dnia 7 grudnia 2021 r. „Rozporządzenie w sprawie warunków ustalania technicznej możliwości i opłacalności zastosowania ciepłomierzy, podzielników kosztów ogrzewania oraz wodomierzy do pomiaru ciepłej wody użytkowej, warunków wyboru metody

rozliczania kosztów zakupu ciepła oraz zakresu informacji zawartych w indywidualnych rozliczeniach” (Poz. 2273).

Wskazane wyżej przepisy regulują obowiązek wyposażania budynków wielolokalowych oraz lokali w takich budynkach m. in. w wodomierze c.w. oraz rozliczanie kosztów c.w. Zgodnie z art., 45a ust. 7 pkt 2b, właściciel/zarządca budynku (w określonych w ustawie przypadkach), jest zobowiązany wyposażyć budynek w wodomierz do pomiaru ciepłej wody – posiadający funkcję zdalnego odczytu. Natomiast mieszkania i lokale użytkowe w takim budynku – zgodnie z ust. 7a pkt 3 – zobowiązany jest wyposażyć w wodomierze do pomiaru ciepłej wody, posiadające funkcję zdalnego odczytu, o ile jest to technicznie wykonalne i opłacalne.

Niniejszy artykuł powstał na bazie przemyśleń autorów dotyczących sposobu określania i rozliczania kosztów ciepła (jego ilości) zużytego na potrzeby przygotowania i dostarczania ciepłej wody do lokali mieszkalnych, gdy stwierdzono, że w nowo oddanym do użytkowania budynku średni koszt ciepłej wody pobranej przez pierwsze 6 miesięcy zasiedlenia budynku wyniósł ponad 100 zł/m³ wody.

Zapotrzebowanie ciepła do przygotowania ciepłej wody

Charakterystyka zużycia ciepła

W wielorodzinnych budynkach mieszkalnych woda jest podgrzewana ciepłem doprowadzanym z systemu ciepłowniczego lub z lokalnej kotłowni. Ciepło to służy do:

- podgrzania wody zimnej do wymaganej temperatury wody ciepłej (min. +55°C),
- pokrycia strat ciepła w obiegu cyrkulacji (często znaczących w bilansie ciepła),
- pokrycia strat ciepła układu przygotowania ciepłej wody (najczęściej niewielkich we współczesnych węzłach cieplnych).

Odpowiednią temperaturę ciepłej wody doprowadzanej do poszczególnych mieszkań zapewnia tzw. cyrkulacja. Straty ciepła Q_{str} w obiegu cyrkulacji, także w węzle cieplnym, występują przez cały czas pracy instalacji, zasadniczo nie zależąc od ilości pobieranej wody i od pory roku. Można przyjąć, że straty te są praktycznie stałe, a koszt ciepła traconego w obiegu cyrkulacji jest kosztem związanym z gotowością instalacji do poboru z niej ciepłej wody o właściwej temperaturze.

Natomiast koszt ciepła podgrzania pobranej wody Q_{cw} jest kosztem zmiennym, zależnym od jej ilości. Tym samym całkowita ilość ciepła Q pobranego przez układ ciepłej wody w danym okresie jest określona wzorem:

$$Q = Q_{cw} + Q_{str} \text{ [GJ]} \quad (1)$$

Zużycie ciepła na podgrzanie zimnej wody

Zużycie ciepła na podgrzanie wody związane jest z jej ilością, temperaturą wody zimnej i temperaturą po podgrzaniu. Ilość potrzebnego do tego ciepła oblicza się ze wzoru [4]:

$$Q_{cw} = V_{cw} \rho_{cw} c_w (t_{cw} - t_{zw}) \text{ [GJ]} \quad (2)$$

Zgodnie z obowiązującymi wytycznymi [3], temperatura ciepłej wody na wejściu do instalacji nie powinna być wyższa niż 60°C, a temperatura w najdalej i najwyżej położonym punkcie czerpalnym nie może być niższa niż 55°C. Przyjmuje się również, że obliczeniowa temperatura wody zimnej dopływającej do węzła c.w. wynosi:

- 5°C, jeżeli źródłem wody są ujęcia powierzchniowe,
- 10°C, jeżeli źródłem wody są ujęcia podziemne.

Przy założeniu, że woda zimna o temperaturze 5°C zostanie podgrzana do temperatury 55°C ($\Delta T = 50 \text{ K}$), ilość energii potrzebnej do podgrzania 1 m³ wody wynosi około 0,209 GJ. Z kolei podgrzanie wody w zakresie temperatur od 10°C do 55°C, wymaga doprowadzenia ciepła w ilości ok. 0,188 GJ/m³.

Zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat ciepła instalacji ciepłej wody

Ilość ciepła oddawanego do otoczenia przez układ przygotowania oraz instalację ciepłej wody z cyrkulacją może być znaczna. Jego zużycie można określić z równania [4]:

$$\dot{Q}_{str} = \dot{Q}_{sw} + \dot{Q}_{si} \text{ [W]} \quad (3)$$

Wynika stąd, że do oceny i analizy całkowitego zużycia ciepła na cele przygotowania c.w. niezbędna jest znajomość strumienia strat ciepła. Straty te mogą być określone na podstawie obliczeń lub na podstawie pomiarów. Przy obliczaniu strat ciepła rurociągów korzysta się z zależności:

$$\dot{Q}_{ri} = \pi l k_l (t_{cw} - t_o) \text{ [W]}, \quad (4)$$

gdzie wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła k_l określa ogólna zależność:

$$k_l = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i d_1} + \sum_{k=1}^n \frac{1}{2\lambda_k} \ln \frac{d_{k+1}}{d_k} + \frac{1}{\alpha_e d_{n+1}}} \quad (5)$$

[W/(m K)]

Przykładowe wielkości współczynnika liniowych strat ciepła k_l oraz jednostkowych strat ciepła q dla zaizolowanych rur PP podane są w tabeli 1, przy czym grubość izolacji odpowiada podanej w rozporządzeniu [3]. Zamieszczone w tabeli straty ciepła określono dla temperatury otoczenia +5°C (odpowiadającej tempe-

Tabela 1. Wielkości współczynnika liniowych strat ciepła k_l i jednostkowych strat ciepła q rurociągów z PP [5]

Table 1. Value of linear heat loss coefficient k_l and unitary heat losses q of PP pipelines

Lp.	Wymiar rury $D_e \times g$ [mm]	Grubość izolacji [2] $\lambda = 0,035$ [W/(mK)] [mm]	Współczynnik πk_l [W/(mK)]	Jednostkowe straty ciepła q dla $\Delta t = 50$ K [W/m]	Jednostkowe straty ciepła q dla $\Delta t = 30$ K [W/m]
1	20×1,9	20	0,173	8,64	5,19
2	25×2,3	20	0,197	9,83	5,90
3	32×2,9	30	0,185	9,27	5,56
4	40×3,7	30	0,211	10,56	6,33
5	50×4,6	40,8	0,204	10,22	6,13
6	63×5,8	51,4	0,207	10,33	6,20
7	75×6,8	61,4	0,208	10,38	6,23
8	90×8,2	73,6	0,209	10,44	6,27
9	110×10	90	0,210	10,49	6,30

raturze w korytarzach, $\Delta t = 50$ K) oraz +25°C (odpowiadającej temperaturze w szybach instalacyjnych, $\Delta t = 30$ K).

Analizując przedstawione w tabeli 1 wartości współczynnika liniowych strat ciepła można zauważyć, że przy grubości izolacji podanej w stosownym rozporządzeniu, jego wartość w niewielkim stopniu zależy od średnicy rur. Natomiast średnia wartość jednostkowych strat ciepła wynosi około 10 [W/m] (przy różnicy temperatur $\Delta t = 50$ K) i około 6 [W/m] (przy różnicy $\Delta t = 30$ K) [5].

Ilość traconego ciepła w obiegu cyrkulacji w budynkach

W artykule [5] przedstawiono wyniki obliczeń strat ciepła w obiegu cyrkulacji, odniesione do czterech budynków wielorodzinnych, różniących się rozwiązaniami architektonicznymi, liczbą kondygnacji, lokalizacją węzła cieplnego oraz rozmieszczeniem przewodów instalacji ciepłej wody w budynku. Krótka charakterystyka tych obiektów podana jest w tabeli 2.

W tabeli 3 zamieszczono wyniki obliczeń strat ciepła w obiegach cyrkulacji w tych budynkach. Podano też objętość wody zimnej, która może być podgrzana o 50 K ciepłem traconym w obiegu cyrkulacji

Tabela 2. Charakterystyka analizowanych budynków [5]
Table 2. Analyzed building characteristic [5]

	Budynek			
	nr 1	nr 2	nr 3	nr 4
Liczba kondygnacji	4	5	10	10
Liczba lokali mieszkalnych	36	70	50	100
Ogrzewana kubatura, [m ³]	6600	12400	8800	17600
Liczba mieszkańców	120	225	160	320
Liczba punktów czerpalnych	108	210	150	300
Liczba pionów c.w. i cyrkulacyjnych	9	7	5	10
Liczba mieszkań zasilanych przez pion c.w. na jednej kondygnacji	1	2	1	2
Długość przewodów w obiegu cyrkulacji, [m]	306	345	314	314
Zwartość instalacji – długość przewodów przypadająca na 1 lokal mieszkalny, [m/lok]	8,500	4,929	6,280	3,140

stalacji”, definiowana jako „długość przewodów przypadająca na 1 lokal mieszkalny”.

Z tabeli 2 i tabeli 3 wynika, że im niższa sprawność instalacji, tym więcej ciepła jest tracone w obiegu cyrkulacji. Można też stwierdzić, że ilość traconego ciepła zależy od wielkości obiegu cyrkulacji i od rozwiązań architektonicznych budynku (liczba mieszkań, liczba kondygnacji, powierzchnia), z którymi wiąże się struktura i sposób prowadzenia przewodów c.w., decydujące o tzw. „zwartości instalacji”. Z powyższych analiz wynika, że wskaźnik „zwartości instalacji” decyduje o stratach ciepła w obiegu cyrkulacji.

Tabela 3. Straty ciepła w przewodach ciepłej wody i cyrkulacji w budynkach [5]
Table 3. Heat losses in hot water pipes and in circulation pipes in buildings

	Jednostka	Budynek			
		nr 1	nr 2	nr 3	nr 4
Strumień strat ciepła w obiegu cyrkulacji w budynku \dot{Q}_{cyrk}	[W]	2806	3129	2572	2619
Strumień strat ciepła w obiegu cyrkulacji na 1 mieszkanie $\dot{Q}_{cyrk\ lokal}$	[W/lok]	77,95	44,70	51,43	26,19
Miesięczne straty ciepła w obiegu cyrkulacji na 1 mieszkanie *1 $Q_{cyrk\ lokal\ m-c}$	[GJ/m-c lokal]	0,202	0,116	0,133	0,068
Objętość wody podgrzana przez miesięczne straty ciepła w obiegu cyrkulacji $V_{cyrk\ m-c}$	[m ³ /m-c]	35,95	40,11	32,96	33,57
Miesięczne zużycie ciepłej wody $Q_{cw\ m-c}$	[m ³ /m-c]	148,8	279,0	198,4	396,8
Sprawność instalacji η *2	[-]	0,81	0,87	0,86	0,92
Objętość wody podgrzana przez miesięczne straty ciepła w obiegu cyrkulacji na mieszkanie *3 $V_{cyrk\ lokal\ m-c}$	[m ³ /m-c lokal]	1,00	0,57	0,66	0,34

*1 – przyjęto, że miesiąc ma 31 dni

*2 – przyjęto zużycie ciepłej wody 40 [dm³/dobę], [1]

*3 – przyjęto, że woda podgrzewana jest o 50 [K]

lacji oraz tracone w instalacji ciepło, przypadające na jedno mieszkanie.

Przy porównaniu analizowanych instalacji posłużono się pojęciem sprawności, określonej zależnością:

$$\eta = \frac{Q_{cw\ m-c}}{Q_{cw\ m-c} + Q_{cyrk\ m-c}} = \frac{V_{cw\ m-c}}{V_{cw\ m-c} + V_{cyrk\ m-c}} \quad (6)$$

Ponadto przy ocenie strat ciepła istotnym parametrem jest tzw. „zwartość in-

Rozliczenia kosztów ciepłej wody w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych

Lokatorzy mieszkający w danym budynku są zobowiązani do pokrycia wszelkich kosztów związanych z użytkowaniem lokali, w tym kosztów pobranych mediów. Sposób ich rozliczenia normują stosowne regulaminy opracowane przez właścicieli/zarządców budynków wielolokalowych, zgodnie z wymaganiami ustawy Prawo energetyczne. I tak opłaty za zimną

wodę nalicza się na podstawie wskazań zainstalowanych wodomierzy, co nie budzi uwag i wątpliwości. Natomiast koszt ciepła zużytego do ogrzewania pomieszczeń i przygotowania c.w. określa się na podstawie wskazań liczników ciepła w węźle cieplnym oraz podzielników kosztów ogrzewania i wodomierzy c.w.

Autorzy przeanalizowali dostępne regulaminy rozliczania kosztów ciepłej wody pobranej przez użytkowników lokali mieszkalnych. Powszechnie stosowany sposób rozliczenia polega na tym, że przy obliczeniu kosztów ciepłej wody uwzględniane są dwa składniki: pierwszy – to koszt pobranej wody, drugi – koszt ciepła pobranego przez układ przygotowania c.w.

Ilość pobranej wody ciepłej sumuje się z ilością pobranej wody zimnej, a następnie oblicza całkowity koszt mnożąc sumaryczną ilość wody ciepłej i zimnej przez określoną przez dostawcę jednostkową cenę dostawy wody i cenę odprowadzenia ścieków.

Należy nadmienić, że pierwsze zasady obliczania zużycia ciepła na potrzeby przygotowania c.w. dostarczanej na cele bytowe zawarto w Komunikacie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa oraz Ministra Finansów z dnia 21 grudnia 1995 r. [2]. Określono w nim ilość ciepła zużywaną przez układ przygotowania ciepłej wody na podgrzanie 1 m³ wody, jaką należy przyjmować przy jej rozliczeniach.

Koszt ciepła pobranego przez instalację przygotowania ciepłej wody w danym budynku zawarty jest w okresowych fakturach wystawianych przez przedsiębiorstwo ciepłownicze, przy czym koszty ciepła dzielone są na koszty stałe i koszty zmienne.

Koszty stałe to opłata za zamówioną moc cieplną, opłata za usługi przesyłowe stałe oraz opłata za usługi dodatkowe, m.in. za pozaplanowe przerwanie i wznowienie dostawy ciepła, sprawdzenie układów pomiarowych i inne. Niekiedy do kosztów stałych dolicza się część kosztów zmiennych, co ma na celu częściowe zrehabilitowanie kosztów strat ciepła na cyrkulacji. Koszty stałe rozlicza się proporcjonalnie do powierzchni lokali lub do liczby lokali.

Koszty zmienne to koszty zakupionej ciepła, koszty zmienne „przesyłu” oraz opłata za ilość zużytego nośnika ciepła. Są one rozliczane według wskazań wodomierzy ciepłej wody zainstalowanych w lokalach odbiorców, proporcjonalnie do ich udziału w sumarycznym zużyciu ciepłej wody w danym budynku. Koszt zużytego przez lokal ciepła pobranego z ciepłą wodą oblicza się, mnożąc ilość

pobranej w danym okresie ciepłej wody przez cenę ciepła zużytego na podgrzanie 1 m³ wody. Dla danego okresu cena ta jest wynikiem podzielenia ustalonego kosztu pobranego ciepła przez układ przygotowania c.w. w budynku przez sumaryczną ilość ciepłej wody zużytej przez wszystkie znajdujące się w nim lokale.

Propozycja rozliczenia kosztów ciepła na przygotowanie ciepłej wody w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych

W związku z przedstawioną powyżej analizą byłoby wskazane, aby koszt przygotowania wody w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych stanowił sumę dwóch składników, to jest:

- opłaty stałej związanej z kosztem zapewnienia odpowiedniej temperatury ciepłej wody,
- kosztu podgrzania wody do właściwej temperatury.

Koszt zapewnienia odpowiedniej temperatury ciepłej wody (gotowość instalacji do pobierania z niej wody o odpowiedniej temperaturze) powinien być ustalany na podstawie rzeczywistej ilości ciepła traconego w obiegu cyrkulacji. Utrzymanie gotowości do pobierania ciepłej wody jest gwarantowane dla każdego mieszkania w budynku, zatem koszt ten powinien być taki sam dla każdego lokalu.

Jeżeli opłata za utrzymanie gotowości instalacji jest niższa od kosztu traconego ciepła w obiegu cyrkulacji i w węźle cieplnym, różnica między nimi wchodzi do opłaty za ciepłą wodę. Efektem tego jest podwyższenie ceny za ciepło zużyte na przygotowanie c.w. Tym samym najemcy lokali o większym zużyciu ciepłej wody płacą za ciepło na przygotowanie c.w. więcej niż najemcy lokali o małym zużyciu.

Z przedstawionych rozważań wynika, że koszt podgrzania wody zużytej w danym lokalu mieszkalnym powinien równać się kosztom ciepła zużytego na podgrzanie wody doprowadzonej do tego lokalu.

Zdaniem autorów, aby zachować powyższą zasadę, wyznaczanie opłat dla poszczególnych lokali za ciepło na przygotowanie i dostawę ciepłej wody powinno odbywać się według algorytmu:

1. W przyjętym dniu, kończącym okres rozliczeniowy, dostawca ciepła dokonuje odczytu zużycia ciepła. Następnie wystawia fakturę z ilością pobranego ciepła przez układ centralnego ogrzewania i układ ciepłej wody, z podziałem na koszty stałe K_s i koszty zmienne K_z , odpowiednie do ilości pobieranego ciepła.

2. W tym samym dniu powinny zostać odczytane wskazania wodomierzy ciepłej wody zainstalowanych w poszczególnych lokalach (wodomierze lokalowe powinny mieć funkcję zdanego odczytu), a także temperatura zimnej wody dostarczanej do budynku oraz ciepłej wody opuszczającej układ jej przygotowania.
3. Na tej podstawie określa się ilość ciepłej wody pobranej w okresie rozliczeniowym w każdym lokalu, odejmując od ostatniego odczytu wodomierza odczyt poprzedni.
4. Sumuje się ilości pobranej ciepłej wody we wszystkich lokalach (całkowita ilość pobranej ciepłej wody).
5. Oblicza się średnią arytmetyczną temperaturę zimnej wody, zmierzoną na początku i na końcu danego okresu rozliczeniowego. Temperatura zimnej wody zmienia się w ciągu roku nieznacznie, a więc obliczona wartość odpowiada średniej temperaturze rzeczywistej.
6. Dla tego okresu określa się, analogicznie jak w poprzednim punkcie, średnią temperaturę podgrzanej wody.
7. Z równania (2) oblicza się ilość ciepła Q_{cw} na podgrzanie wody pobranej przez lokatorów.
8. Z równania (1) wyznacza się straty ciepła w węźle i w obiegu cyrkulacji Q_{str} .
9. Określa się udział w kosztach zmiennych kosztów ciepła na podgrzanie wody u_{cw} i udział kosztów na straty ciepła w węźle i w obiegu cyrkulacji u_{str} – z poniższych wzorów:

$$u_{cw} = \frac{Q_{cw}}{Q_{cw} + Q_{str}} \text{ [MW]} \quad (7)$$

$$u_{str} = \frac{Q_{str}}{Q_{cw} + Q_{str}} \text{ [MW]} \quad (8)$$

10. Oblicza się koszty ciepła przeznaczonego na przygotowanie zużywanej w budynku ciepłej wody K_{cw}

$$K_{cw} = u_{cw} K_z \text{ [zł]} \quad (9)$$

11. Oblicza się koszt podgrzania 1 m³ wody $K_{i\ cw}$ dzieląc koszt podgrzania pobranej przez lokatorów ciepłej wody przez sumaryczną ilość ciepłej wody pobranej we wszystkich lokalach:

$$K_{i\ cw} = \frac{K_{cw}}{\sum_{i=1}^n V_i} \text{ [zł]} \quad (10)$$

12. Dla każdego z lokali i oblicza się koszty pobranego ciepła w ciepłej wodzie (koszty zmienne) $K_{i\ cw}$:

$$K_{icw} = K_{jcw} V_i [zł] \quad (11)$$

13. Oblicza się koszty traconego ciepła przez układ przygotowania ciepłej wody i w obiegu cyrkulacji (koszty stałe) K_{str} :

$$K_{str} = u_{str} K_z [zł] \quad (12)$$

14. Oblicza się koszty stałe za ciepłą wodę przypadające na jeden lokal $K_{s\ cw/lokal}$:

$$K_{s/lokal} = \frac{K_s + K_{str}}{n} [zł] \quad (13)$$

15. Oblicza się koszty całkowite przygotowania ciepłej wody dla każdego lokalu K_i :

$$K_i = K_{s/lokal} + K_{icw} [zł] \quad (14)$$

Analiza kosztów przygotowania ciepłej wody dla nowo zasiedlanego budynku przy proponowanym i stosowanym sposobie rozliczeń

Autorzy przeprowadzili analizę kosztów dostarczenia ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody na przykładzie nowo oddanego do eksploatacji wielorodzinnego, dwuklatkowego budynku mieszkalnego, liczącego 7 kondygnacji nadziemnych i 1 kondygnację podziemną. W części nadziemnej mieszczą się 62 lokale mieszkalne, na poziomie parteru usytuowanych jest 6 lokali usługowych, natomiast w podziemiu znajduje się wielostanowiskowy garaż.

Źródłem ciepłej wody jest węzeł cieplny zlokalizowany na poziomie piwnicy – garażu. Przewody doprowadzające c.w. do poszczególnych lokali prowadzone są pod stropem piwnicy i w szachtach instalacyjnych. Przewody cyrkulacji ułożone są równoległe do przewodów wody ciepłej. Rurociągi c.w. i cyrkulacji są izolowane cieplnie. W każdej klatce schodowej przynależne do niej lokale są zaopatrywane w c.w. z trzech osobnych pionów, czym jeden pion zasila 3 mieszkania, dwa pozostałe po jednym. Do pomiaru ilości pobranej wody służą wodomierze ciepłej wody umieszczone w szachtach instalacyjnych.

Bazując na udostępnionych przez Zarządcę budynku raportach rozliczeń ilości ciepła zużytego na cele c.o. i c.w., a także ponoszonych z tego tytułu kosztów jego zakupu, autorzy przeprowadzili analizę i ocenę struktury kosztów ciepła w dostarczonej do odbiorców ciepłej wodzie.

Zużycie ciepła na przygotowanie c.w. określono na podstawie odczytów liczn-

ków ciepła w węźle cieplnym, to jest licznika głównego (LG), mierzącego całkowite zużycie ciepła na potrzeby c.o. i c.w. oraz podlicznika (LP) mierzącego zużycie ciepła na potrzeby c.o.

$$Q_{cwu} = Q_{LG} - Q_{LP} [GJ] \quad (15)$$

Poniżej, w tabeli 4, przedstawiono dla kolejnych miesięcy ilości pobranej ciepłej wody, zmierzonego ciepła przekazanego w węźle cieplnym do układu ciepłej wody, obliczonej ilości ciepła potrzebnego do

podgrzania tej samej ilości wody oraz obliczone straty ciepła w układzie ciepłej wody. Podano też udział strat ciepła w układzie instalacji c.w. oraz liczbę zasiedlonych mieszkańców. Wyniki te przedstawiono dodatkowo na rysunku 1.

Należy zwrócić uwagę na bardzo wysokie straty ciepła w układzie cyrkulacji w stosunku do ilości ciepła doprowadzonego w węźle cieplnym do układu przygotowania c.w., zaobserwowane w pierwszych kilku miesiącach po oddaniu obiektu do eksploatacji.

Tabela 4. Ilości ciepła zużytego na podgrzanie c.w.
Table 4. Amount of heat used to heat domestic hot water

Wielkość		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Ilość pobranej ciepłej wody	m ³	0,30	1,50	7,80	14,50	20,10	26,70	46,70	53,50	71,30	80,00
Ciepło pobrane z sieci przez ciepłą wodę	GJ	9,10	9,57	11,72	13,29	13,96	14,29	17,69	17,97	20,92	23,60
Obliczona ilość ciepła na przygotowanie ciepłej wody	GJ	0,056	0,282	1,466	2,726	3,779	5,020	8,780	10,058	13,404	15,04
Strata ciepła w układzie cyrkulacji	GJ	9,04	9,29	10,25	10,56	10,18	9,77	8,91	7,91	7,51	8,56
Udział strat ciepła w pomierzonym zużyciu ciepła	%	99,34	97,07	87,46	79,46	72,92	66,05	50,37	44,02	35,90	36,27
Liczba lokali pobierających c.w.	-	2	6	12	17	23	28	27	34	37	41

Rys. 1. Zużycie ciepła na potrzeby przygotowania c.w. w kolejnych miesiącach (pomierzone i obliczone)
Fig. 1. Heat consumption for domestic hot water preparation in subsequent months (measured and calculated)

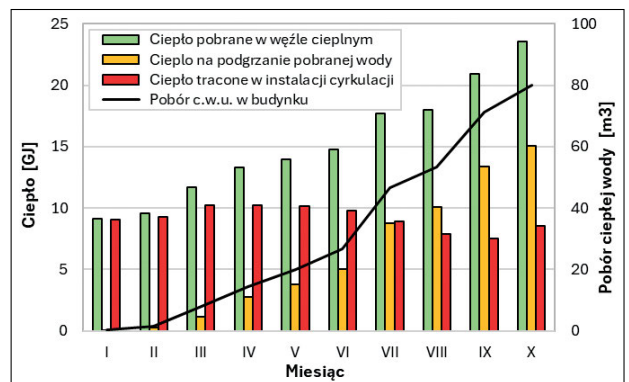
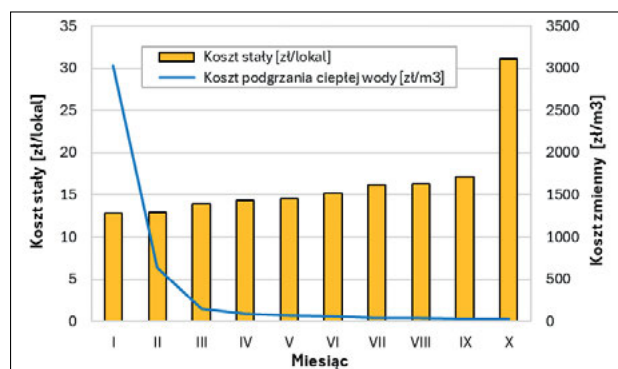


Tabela 5. Struktura kosztów ciepła zużytego do przygotowania ciepłej wody w kolejnych miesiącach, określonych na podstawie regulaminu rozliczeń
Table 5. Structure of the costs of heat used to heat water in subsequent months, determined on the basis of the billing regulations

M-c	Pobór c.w.	Liczba lokali z poborem wody	Koszty sieciowe stałe KS	Koszty zmienne KZ	15% KZ	85% KZ	KS + 15% KZ	KS'	Kz'
	[m ³]	--	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł/lok]	[zł/m ³]
I	0,30	2	709,95	1071,85	160,78	911,07	870,73	12,80	3036,9
II	1,50	6	709,95	1127,21	169,08	958,12	879,03	12,93	638,75
III	7,80	12	740,77	1382,32	207,35	1174,97	948,12	13,94	150,63
IV	14,50	17	740,77	1567,48	235,12	1332,36	975,89	14,35	91,89
V	20,10	23	740,77	1646,48	246,97	1399,52	987,74	14,53	69,63
VI	26,70	28	771,63	1746,65	261,99	1484,65	1033,63	15,20	55,0
Okres I-VI	70,9	--	4278,79	8542,00		7260,69	5695,14	83,75	średnio 102,41
VII	46,70	27	796,83	2040,29	306,04	1734,25	1102,87	16,22	37,13
VIII	53,50	34	801,54	2086,97	313,05	1773,92	1114,59	16,33	33,15
IX	71,30	37	801,54	2429,58	364,44	2065,14	1165,98	17,15	28,96
X	80,00	41	1707,27	2740,82	411,12	2329,70	2118,39	31,15	23,12
Okres VII-X	251,50	--	4107,18	9297,66	1394,65	7903,01	5501,89	80,85	średnio 31,42

W tabeli 5 podane są wyniki obliczeń kosztów ciepła zużytego do przygotowania ciepłej wody do wymaganej temperatury, dostarczanej lokatorom w kolejnych miesiącach po oddaniu budynku do eksploatacji. Obliczenia wykonano zgodnie z jednym z Regulaminów [6], wg którego koszty stałe plus 15% kosztów zmiennych (koszt strat ciepła na cyrkulacji) rozlicza się wg liczby lokali w danej nieruchomości. Koszty zmienne, pomniejszone o 15%, rozliczane są wg wskazań wodomierzy zainstalowanych u odbiorców. Regulamin odpowiada wymaganiam paragrafu 12 rozporządzenia MKiŚ z dnia 7 grudnia 2021 r. (poz. 2273).

Z obliczeń wynika, że w analizowanym okresie 6 miesięcy (styczeń – czerwiec) średni koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody wyniósł 102,41 zł/m³ i był bardzo wysoki. Był też bardzo zróżnicowany w kolejnych miesiącach tego okresu. Natomiast w następnym analizowanym przedziale czasu (lipiec – październik), średni koszt podgrzania wody był już odpowiednio mniejszy, wyniósł 31,42 zł/m³, ale również tutaj widoczne są różnice wartości.



Rys. 2. Koszty stałe [zł/lokal] i koszt ciepłej wody [zł/m³] w kolejnych miesiącach, obliczone według regulaminu Zarządcy Fig. 2. Fixed costs [PLN/premises] and the cost of hot water [PLN/m³] in subsequent months, calculated in accordance with the Administrator's Regulations

Z analizy powyższych danych (tabela 5) wynika, że koszt przygotowania c.w. bardzo zależy od ilości pobranej wody, a ta z kolei zależy od stopnia zasiedlenia budynku, co jest szczególnie widoczne w pierwszych miesiącach po oddaniu do eksploatacji.

Problem jest istotny, ponieważ nowe budynki mieszkalne oddawane do użytkowania są często przez dłuższy czas w znacznym stopniu niezamieszkałe, co rzutuje na ilość pobieranej ciepłej wody. Przy powyższym sposobie rozliczeń, przekłada się to na wysoki koszt jednostkowy przygotowania ciepłej wody, jaki ponoszą pozostali mieszkańcy.

Wynika to m.in. stąd, że w końcowym rozliczeniu kosztu ciepła pobranego w węzle cieplnym na potrzeby c.w. zawiera się także koszt ciepła traconego w instalacji cyrkulacji pracującej w zasadzie w sposób niezależny od stopnia zasiedle-

nia mieszkań i ilości pobranej przez lokatorów wody.

Należy podkreślić, że problem wpływu niezasiedlonych mieszkań, a także innych lokali na opłatę za ciepłą wodę do-

rzeczywistej ilości pobranej wody, określonej wg wskazań wodomierza. Wyniki obliczeń kosztu ciepła tym sposobem, odniesione do rozpatrywanej instalacji c.w., podane są w tabeli 6. Wykorzystane

Tabela 6. Struktura rozliczenia kosztów ciepła zużytego do podgrzewania wody w kolejnych miesiącach, określonych na podstawie proponowanego sposobu obliczeń
Table 6. Structure of settlement of the costs of heat used to heat water in subsequent months, determined on the basis of the proposed method of calculation

M-c	Pobór c.w.	Zużycie ciepła wg licznika	Obliczone ciepło podgrzania wody.	Ciepło tracone w cyrkulacji	Całkowite koszty stałe KS	Koszt cyrkulacji KZ _c	Obliczony koszt podgrzania c.w. KZ _{cw}	KS'	KZc'	K _{cw} '
	[m ³]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł/lokal]	[zł/lokal]	[zł/m ³]
I	0,30	9,10	0,056	9,04	709,95	1064,77	6,59	10,44	15,65	21,97
III	1,50	9,57	0,282	9,29	709,95	1094,22	33,21	10,44	16,09	22,14
III	7,80	11,72	1,166	10,25	740,77	1208,93	172,91	10,89	17,78	22,17
IV	14,50	13,29	2,726	10,26	740,77	1210,11	321,52	10,89	17,80	22,17
V	20,10	13,96	3,779	10,18	740,77	1221,10	453,33	10,89	17,96	22,55
VI	26,70	14,79	5,020	9,77	771,63	1141,62	496,94	11,35	16,79	21,74
Okres I-VI	70,9	72,43	13,33	59,10	4278,79	6940,8	1484,50	64,90	102,07	średnio 20,93
VII	46,70	17,69	8,78	8,89	796,83	1025,34	1014,85	11,72	15,08	21,73
VIII	53,50	17,97	10,06	7,89	801,54	916,31	1163,68	11,79	13,47	21,75
IX	71,30	20,92	13,40	7,49	801,54	869,85	1560,18	11,79	12,79	21,88
X	80,00	23,60	15,04	8,53	1707,27	990,64	1750,52	25,11	14,57	21,88
Okres VII-X	251,50	80,18	47,28	32,8	4107,18	3802,14	5489,23	60,41	55,91	średnio 21,83

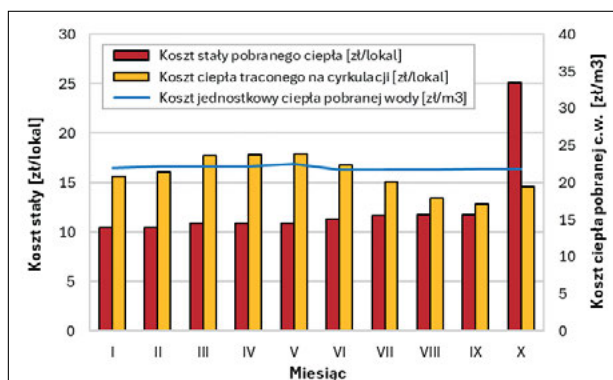
w obliczeniach ilości ciepła oraz ceny ciepła, ceny opłat przesyłowych i inne, zostały przyjęte na podstawie udostępnionych dokumentów rozliczeniowych.

Podobnie jak poprzednio, koszty stałe (KS) wynikają z wielkości mocy zamówionej i tzw. opłaty przesyłowej stałej (związanej z mocą) i są rozliczane na liczbę lokali w budynku. Z kolei koszty zmienne (KZ_{obl}) obejmują tylko obliczoną ilość ciepła niezbędnego do podgrzania pobranej wody (oraz związaną z nim opłatę przesyłową zmienną), ale bez uwzględnienia ciepła traconego przez przewody cyrkulacyjne. Koszt ten jest rozliczany wg zużycia ciepłej wody, określonego na podstawie wskazań wodomierza. Nową pozycję w rozliczeniu stanowi koszt zmienny ciepła straconego na cyrkulacji (KZ_c), obejmujący koszt ciepła i związaną z nim opłatę przesyłową zmienną. Koszt ten jest rozliczony na liczbę lokali w budynku.

tyczy nie tylko budynków nowych, ale także wszystkich obiektów, o ile są wyposażone w centralne instalacje c.w.

W punkcie 5 artykułu zaproponowano odmienny sposób rozliczenia kosztów ciepła na potrzeby przygotowania i dostawy ciepłej wody. Polega on na obliczeniu kosztu ciepła niezbędnego do podgrzania do normowej temperatury T_{cw}

Rys. 3. Struktura kosztów ciepła na potrzeby c.w. w kolejnych miesiącach, wyznaczonych wg zaproponowanego sposobu rozliczeń Fig. 3. Structure of heat costs for hot water in subsequent months, determined according to the proposed method of settlement



W związku z tym ponoszony przez lokatora koszt ciepła zużytego na potrzeby przygotowania i dostawy wody składa się z trzech części, przy czym koszty stałe zakupu ciepła (KS') i koszt związany z ciepłem traconym na cyrkulacji (KZ_c') rozliczane są w tym przypadku na liczbę lokali w budynku, natomiast koszty zmienne związane z obliczoną ilością ciepła do przygotowania pobranej wody (KC') – według ilości zużytej wody określonej na podstawie wskazań wodomierzy.

Analiza wyników wskazuje (rys. 3), że w kolejnych miesiącach jednostkowe koszty stałe zakupu ciepła, podobnie jak jednostkowe koszty związane ze stratami ciepła na cyrkulacji, są do siebie zbliżone. Koszty te w zasadzie nie zależą od stopnia zasiedlenia budynku i ilości ciepłej wody pobranej przez lokatorów. Podobnie zbliżone wartości, w kolejnych miesiącach, ma koszt ciepła na potrzeby podgrzania 1 m^3 wody, przy czym całkowity koszt przypadający na dany lokal będzie wynikał z ilości pobranej ciepłej wody odczytanej z wodomierza.

Należy natomiast pamiętać, że koszty te są zależne od cen rynkowych ciepła i usług dystrybucyjnych dostawcy ciepła. Na przykład, widoczny na rysunku 3 znaczny wzrost kosztu stałego zakupu ciepła we wrześniu, wynika ze zmiany wielkości mocy zamówionej dla instalacji c.o. i c.w. rozpatrywanego budynku.

Z analizy wyników obliczeń przedstawionych graficznie na rysunku 4 wynika, że w przypadku proponowanej metody

jednostkowy koszt zmienny podgrzania 1 m^3 pobranej wody jest w kolejnych miesiącach praktycznie stały i nie zależy od wielkości poboru wody z sieci (a więc także od zasiedlenia budynku). W rozpatrywanym okresie koszt ten był niższy niż wyznaczony wg sposobu rozliczeń podanego w *Regulaminie* [6]. Natomiast jednostkowy koszt stały uwzględniający dodatkowo straty ciepła na cyrkulacji, jest większy od kosztu określonego wg [6].

Podsumowanie

Artykuł dotyczy rozliczania kosztów przygotowania ciepłej wody w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych. Zaprezentowano w nim i omówiono m.in. bilans ciepła niezbędnego do zapewnienia lokatorom dostawy ciepłej wody o właściwej temperaturze oraz przedstawiono i omówiono sposoby rozliczenia kosztów c.w. w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. Zaproponowano sposób rozliczania kosztów ciepła, uwzględniający rzeczywistą ilość ciepła traconego w układzie ciepłej wody, umożliwiający zdaniem autorów, bardziej sprawiedliwy podział kosztów ciepła dostarczonego na potrzeby przygotowania c.w. pomiędzy lokatorów.

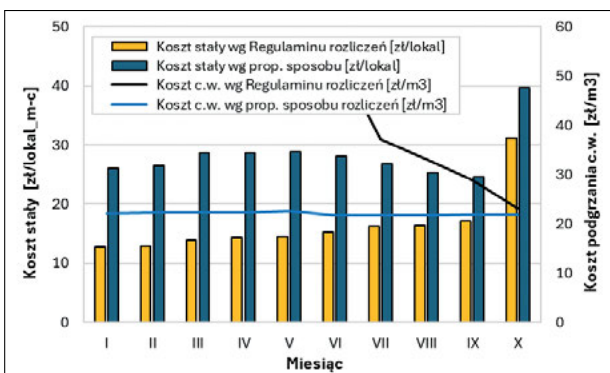
Koszt ciepła pobranego przez układ c.w. składa się z dwóch składników. Pierwszy z nich to koszt ciepła pobranego z ciepłą wodą, drugi to koszt ciepła traconego w układzie przygotowania ciepłej wody. Ilość traconego ciepła w układzie zależy od rozwiązania architektoniczne-

go budynku i struktury instalacji. Względne straty ciepła instalacji ciepłej wody zależą od ilości pobieranej wody. W przypadku, gdy pobór ciepłej wody w budynku jest niewielki, są one znaczne. W niektórych *Regulaminach* [6] przyjęto szacunkowo w rozliczeniach, że koszt strat ciepła stanowi 15% kosztów ciepła przekazywanego do układu c.w. W praktyce straty te mają różne wartości. W przypadku gdy są większe, przy takim sposobie rozliczeń użytkownik lokalu, w którym nie jest pobierana ciepła woda, ponosi niższe koszty za gotowość instalacji do dostawy c.w., natomiast zwiększone koszty ponoszają pozostali użytkownicy.

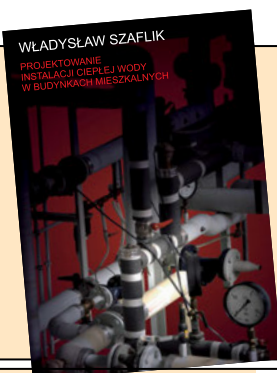
Mając na względzie fakt, że każdy lokal w budynku z centralną instalacją c.w. ma zapewnioną możliwość pobierania ciepłej wody o właściwej temperaturze, co wynika z cyrkulacji, wskazana jest zdaniem autorów zasada rozliczania ciepła traconego w instalacji cyrkulacji na lokal, a nie na ilość pobranej ciepłej wody.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Jaszewska M., Szaflik W.: Zużycie ciepłej i zimnej wody w gospodarstwach domowych w Szczecinie w latach 2006 – 2019. Instal 2020, nr 4, str. 22-25; DOI: 10.36119/15.2020.4.4
- [2] Komunikat Ministra Gospodarki Przemysłu i Budownictwa oraz Ministra Finansów z dnia 21 grudnia 1995 roku w sprawie zasad obliczania zużycia ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej dostarczanej do mieszkań na cele bytowe (utracił obowiązującą moc prawną z dniem 30.06.98 w trybie art. 2, ustawy z dnia 18 grudnia 1997 o zmianie ustawy o cenach Dz. U. nr 160, poz. 1085).
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity Dz. U. 2022 poz. 1225). Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- [4] Szaflik W.: Projektowanie instalacji ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych. Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”. Warszawa 2011.
- [5] Szaflik W.: Zużycie ciepła związane z eksploatacją instalacji ciepłej wody. Instal, 2017, nr 6, str. 16-19.
- [6] Regulaminy rozliczania kosztów mediów. Materiały udostępnione przez Zarządców budynków.



Rys. 4. Koszty stałe [zł/lokal] (słupki) i koszty ciepła na podgrzanie 1 m^3 wody [zł/ m^3] (linie) w analizowanym obiekcie w poszczególnych miesiącach
Fig. 4. Fixed costs [PLN/premises] and heat costs for heating 1 m^3 of water [PLN/ m^3] in the analysed facility in individual months



Projektowanie instalacji ciepłej wody w budynkach mieszkalnych

Autor: prof. dr hab. inż. Władysław Szaflik

Książka jest poświęcona instalacjom ciepłej wody i układowi jej przygotowywania. Liczy 294 stron tekstu, bogato ilustrowanego rysunkami, schematami oraz tabelami i stanowi pewne podsumowanie wieloletnich prac prowa-

dzonych w Katedrze Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ciepłownictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie (do 2008 roku Politechniki Szczecińskiej).

Cena 1 egz.: 60 zł + 8% VAT.

Zamówienia przyjmuje: Ośrodek Informacji "Technika instalacyjna w budownictwie"

02- 674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel./fax 22-843 77 71; e-mail: wydawnictwo@informacjainstal.com.pl