

# Zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku szkolnym

prof. dr hab. inż. Jacek Zimny  
dr inż. Piotr Michalak  
mgr inż. Krzysztof Szczotka  
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki  
Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie

Porównanie założeń obliczeniowych i rzeczywistego zużycia

**W artykule przedstawiono wyniki obliczeń projektowych i pomiarów rzeczywistego zużycia ciepłej wody użytkowej w budynku szkolnym. Prowadzone od kilku lat badania umożliwiły zaobserwowanie sezonowości i trendów zużycia c.w.u.**

## Obliczeniowe zapotrzebowanie na c.w.u.

Instalacja grzewcza analizowanego budynku została szczegółowo opisana we wcześniejszej publikacji [5]. Źródłem ciepła dla przygotowania c.w.u. jest instalacja solarna. Ze względu na jej małą wydajność na jesieni i zimą dodatkowo zastosowano pojemnościowo-przepływowy podgrzewacz, który może być zasilany ciepłą wodą z pompy ciepła. Wspomagająco można dogrzewać wodę także za pomocą kotła gazowego. Kotłownia została przewidziana do docelowej obsługi budynku szkoły oraz planowanej sali gimnastycznej.

Na potrzeby termomodernizacji budynku szkoły wykonano jego audyt energetyczny [4]. Określone w nim zostało m.in. zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową i ciepło do jej przygotowania. W obliczeniach posłużono się informacjami inwestora (urzędu gminy) oraz danymi normowymi [1–2]. Dane przyjęte do obliczeń przedstawiono w tab. 1.

Łączne dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę określono na 5 tys. litrów. Założono dobowy czas pracy szkoły równy 14 h (nauka, użytkowanie sali, sprzątnięcie), co daje sekundowe zapotrzebowanie na poziomie:  $357,1 \text{ dm}^3/\text{h} = 0,1 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Współczyn-

nik nierównomierności rozbioru  $k_n = 1,8$  (wg [2]). Przepływ maksymalny  $Q_{\text{max}} = 0,18 \text{ dm}^3/\text{s}$ .

## Rzeczywiste zużycie c.w.u.

Po zakończeniu pierwszego etapu budowy systemu pomiarowego ciepła [5] od października 2007 r. prowadzony jest pomiar zużycia wody, a od października 2009 r. pomiar ciepła dla potrzeb c.w.u., za pomocą ciepłomierzy LEC-5 produkcji firmy APATOR-KFAP. Do pomiaru przepływu wody w instalacji c.w.u. zastosowano przepływomierz wirnikowy typu MTWH firmy GWF, dla przepływów nominalnych do  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ , średnicy DN 40 oraz temperatur pracy do  $110^\circ\text{C}$ . Współpracuje on z impulsatorem kontaktronowym IPG zbudowanym w oparciu o kontaktron załączany magnesem. Przekładnik taki generuje impulsy o zmiennej długości (czasie trwania), zależnej od wielkości przepływu wody.

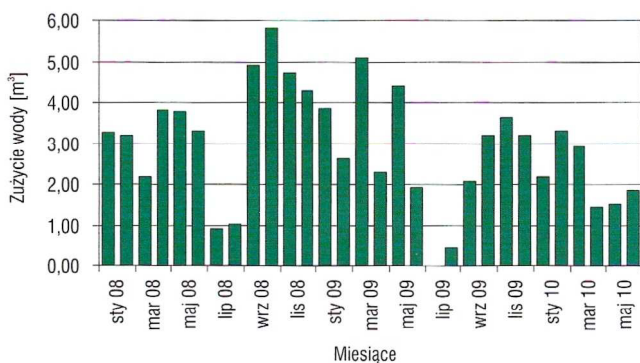
Pomiar przepływu wody dla c.w.u. rozpoczęto w październiku 2007 r., ale ze względu na prace instalacyjne związane z budową sali gimnastycznej i zwiększony pobór wody jako początek okresu pomiarowego przyjęto styczeń 2008 r. Według danych pochodzących z odczytu ciepłomierza w okresie od stycznia 2008 r. do czerwca 2010 r. w szkole i sali zużyto łącznie  $87,23 \text{ m}^3$  ciepłej

wody (rys. 1), co dało średnie zużycie miesięczne w wysokości  $2,91 \text{ m}^3$ . Jest to zatem wielokrotnie mniej, niż zakładano w obliczeniach. Różnica ta była wynikiem zawieszenia funkcjonowania stołówki szkolnej oraz tego, że w budynku nie wydzielono żadnych pomieszczeń mieszkalnych dla pracowników, jak pierwotnie planowano. Jednak nawet łączne obliczeniowe zużycie dla szkoły i sali ( $79,5 \text{ m}^3/\text{mies.}$ ) jest znacznie większe od zużycia rzeczywistego.

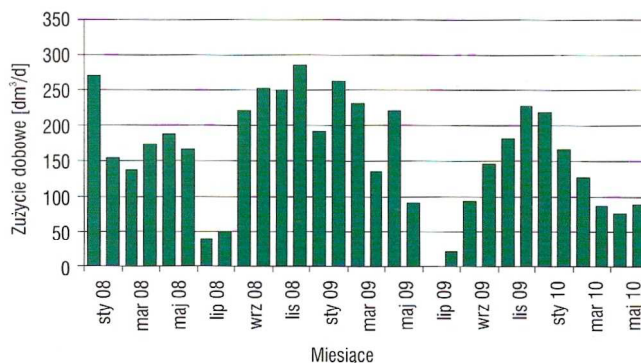
Wydaje się, że główną przyczyną tej rozbieżności jest częstsze korzystanie uczniów z wody zimnej niż z ciepłej. Wynikać to może np. ze zbyt krótkich przerw po zajęciach wychowania fizycznego lub z prowadzenia tych zajęć jako ostatnich w ciągu dnia dla danej klasy. Jednak ta teza będzie mogła zostać potwierdzona dopiero po analizie rozliczeń szkoły z dostawcą wody.

Po uwzględnieniu sezonowości pracy szkoły można uzyskać dokładniejsze dane dotyczące charakteru zmienności zużycia wody. W ciągu roku szkolnego średnie miesięczne zużycie ciepłej wody wyniosło  $2,40 \text{ m}^3$ , a dla okresu wakacji (lipiec i sierpień) –  $0,60 \text{ m}^3$ . Przy założeniu, że szkoła będzie działała wyłącznie w dni robocze (bez sobót, niedziel i świąt), uzyskano przebieg średniego dobowego zużycia c.w.u. przedstawiony na rys. 2.

W ciągu roku szkolnego dobowe zużycie c.w.u. wynosiło  $75\text{--}286 \text{ dm}^3$ , średnio  $129 \text{ dm}^3$ . Natomiast w miesiącach wakacyjnych zużycie dobowe wahało się od  $0,43$  do  $49,29 \text{ dm}^3$ , średnia wynio-



Rys. 1. Miesięczne zużycie wody w okresie od stycznia 2008 r. do czerwca 2010 r.



Rys. 2. Przeciętne dobowe zużycie c.w.u. w okresie od stycznia 2008 r. do czerwca 2010 r.

Tabela 1. Zapotrzebowanie budynku na c.w.u. wg audytu [4]

Obiekt	Liczba osób	Zużycie jednostkowe [dm <sup>3</sup> ]	Łączne zużycie dobowe [dm <sup>3</sup> ]
Szkoła	192 + 15	7,0	1449,0
Sala gimnastyczna	60	20,0	1200,0
Stołówka – obiady	100	15,0	1500,0
Stołówka – obsługa, pracownicy umysłowi	1	2,5	2,5
Stołówka – obsługa, pracownicy fizyczni	5	20,0	100,0
Mieszkańcy	6	110,0	660,0
<b>Razem</b>			<b>4911,5</b>

Tabela 2. Zużycie c.w.u. i przepływy maksymalne w okresie od lipca 2009 r. do czerwca 2010 r.

Miesiąc	Zużycie wody [m <sup>3</sup> ]	Przepływ maksymalny [dm <sup>3</sup> /h]	Przepływ maksymalny [dm <sup>3</sup> /s]
Lipiec 2009	0,010	74	0,021
Sierpień 2009	0,437	278	0,077
Wrzesień 2009	2,060	239	0,066
Październik 2009	3,195	139	0,039
Listopad 2009	3,630	143	0,040
Grudzień 2009	3,183	148	0,041
Styczeń 2010	2,195	164	0,046
Luty 2010	3,322	287	0,080
Marzec 2010	2,900	124	0,034
Kwiecień 2010	1,463	98	0,027
Maj 2010	1,510	212	0,059
Czerwiec 2010	1,862	35	0,010
<b>Średnia w roku, w tym:</b>	<b>2,308</b>	<b>162</b>	<b>0,045</b>
– średnia w roku szkolnym	<b>2,532</b>	<b>159</b>	<b>0,044</b>
– średnia w wakacje	<b>0,224</b>	<b>176</b>	<b>0,049</b>

sła 27,61dm<sup>3</sup>. Zatem łączne obliczeniowe zużycie dla szkoły i sali (2,65 m<sup>3</sup>/dobę) jest znacznie większe od zużycia rzeczywistego.

Przepływy maksymalne i zapotrzebowanie sekundowe oceniono na podstawie danych z dwunastu miesięcy, od lipca 2009 r. do czerwca 2010 r. Dane pomiarowe i wyznaczone wartości przepływów przedstawiono w tab. 2.

Dla analizowanego okresu pomiarowego maksymalne przepływy wody były porównywalne z wartościami projektowymi pod warunkiem założenia eksploatacji tylko budynku szkolnego i sali gimnastycznej. Przyjmując projektowe, normowe

wartości zużycia wody oraz dziesięciogodzinny czas eksploatacji tych obiektów, otrzymuje się maksymalne zapotrzebowanie w wysokości 265 dm<sup>3</sup>/h = 0,0736 dm<sup>3</sup>/s. Trzeba mieć jednak na uwadze wartość dobowego zużycia c.w.u., które wyniosło średnio 2,3 m<sup>3</sup>/mies. Rzeczywiste zużycie ciepłej wody jest więc niższe niż projektowe, natomiast pobór jest tak samo intensywny jak w obliczeniach.

### Podsumowanie i wnioski

W artykule przeanalizowano zużycie c.w.u. w budynku szkolnym i w sali gimnastycznej, które

zostały potraktowane jako jeden odbiór. Wartości pomiarowe z ponaddwuletniego okresu badań wskazują na znacznie niższe od projektowego zużycie miesięczne i dobowe ciepłej wody. Różnice te są jeszcze większe w miesiącach wakacyjnych.

Dane dotyczące zużycia c.w.u. w ciągu roku szkolnego wskazują jednak na przewymiarowanie instalacji w stosunku do rzeczywistych potrzeb, mimo że została ona zaprojektowana zgodnie z wymaganiami normowymi. Z tego względu podczas ostatniej modernizacji węzła ciepłego umożliwiono wyłączenie z obiegu podgrzewu c.w.u. zasobnika SVP o pojemności 1500 dm<sup>3</sup>. Przed wykonaniem tego rodzaju inwestycji konieczne jest zatem dokładne określenie potrzeb inwestora i skonfrontowanie ich z projektem w celu uniknięcia niepotrzebnych wydatków inwestycyjnych.

### Literatura

1. Chudzicki J., *Instalacje ciepłej wody w budynkach*, Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Warszawa–Poznań, 2006.
2. Mańkowski S., *Projektowanie instalacji ciepłej wody użytkowej*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1981.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (DzU nr 8, poz. 70).
4. Zimny J., Fiszler T., *Audyty energetyczne szkoły gimnazjum (w budowie) w Gródku nad Dunajcem*, Katedra Maszyn i Urządzeń Energetycznych AGH, Kraków 2001.
5. Zimny J., Michalak P., *Opomiarowanie hybrydowego węzła ciepłego wykorzystującego OZE*, „Rynek Instalacyjny” nr 4/2010.

## TRANSTHERM

GLYCO-TECH



### PŁYNY NIEZAMARZAJĄCE do:

- instalacji chłodniczych
- klimatyzacyjnych
- C.O.
- solarnych
- pomp ciepła



- zabezpieczają przed korozją i zamarzaniem
- chronią instalacje przed osadami i rozwojem flory bakteryjnej
- są mieszalne bez ograniczeń z wszystkimi płynami na bazie glikoli
- mają wysoką trwałość – min. 5 lat od daty produkcji

www.transtherm.pl  
tel. 22 389 50 75  
info@glyco-tech.pl



Fot. 1. Widok przepływomierza c.w.u. w trakcie montażu