

Agnieszka MAŁYSA\*  
Politechnika Szczecińska

## **PRACA INSTALACJI CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ W BUDYNKACH WIELORODZINNYCH WYPOSAŻONEJ W CYRKULACYJNE ZAWORY REGULACYJNE**

**Streszczenie.** Publikacja dotyczy pracy instalacji ciepłej wody użytkowej wyposażonej w zawory regulacyjne termostaticzne w budynkach wielorodzinnych. Przedstawiono efekty modernizacji instalacji ciepłej wody poprzez montaż termostaticznych zaworów cyrkulacyjnych. Porównano zużycie wody oraz ciepła przed i po modernizacji.

## **WORK OF HOT WATER INSTALLATION WITH CONTROL VALVES AT MULTI-STOREYED BUILDING**

**Summary.** Paper concerns work of hot water installation equipped with control valves at multi-storeyed building. In the end the paper presents results of hot water installation modernization. Water and heat consumption before and after modernization is compared.

### **1. Wstęp**

W niniejszym artykule przeanalizowano pracę instalacji ciepłej wody z cyrkulacją w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. Zwrócono uwagę na utrzymanie zalecanych parametrów wody - temperatury w punktach wypływu, poprzez zastosowaniu termostaticznych zaworów regulacyjnych montowanych pod pionami cyrkulacyjnymi. Porównano zużycie ciepła do przygotowania i utrzymania temperatury ciepłej wody pomiędzy instalacją wyregulowaną w sposób tradycyjny a wyposażoną w termostaticzne zawory cyrkulacyjne.

---

\*Opiekun naukowy: Dr hab. inż. Wacław Szaflik, prof. PSz.

## 2. Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa dostarczana do indywidualnych odbiorców w poszczególnych punktach poborów powinna posiadać odpowiednie parametry sanitarne i techniczne. Układy zaopatrzenia w ciepłą wodę powinny zapewniać:

- dostawę ciepłej wody użytkowej do poszczególnych punktów poboru w sposób ciągły i w wymaganej ilości;
- temperaturę ciepłej wody w punkcie poboru zgodnie z normą [5] na poziomie min.  $45^{\circ}\text{C}$ .

Ponadto instalacja ciepłej wody użytkowej musi być łatwa w obsłudze i niezawodna w działaniu, a jej eksploatacja powinna charakteryzować się niskimi kosztami.

Celem zapewnienia wymaganej temperatury wody w instalacji ciepłej wody użytkowej stosuje się układy z cyrkulacją. Taki układ powoduje zmniejszenie zużycia ciepłej wody, gdyż nie zachodzi konieczność upuszczania wody po dłuższej przerwie, aż do uzyskania wyższej (pożądaney) temperatury.

Na koszty eksploatacji instalacji ciepłej wody użytkowej, a zatem ekonomikę jej pracy składa się:

- ilość ciepła zużywanego na przygotowanie ciepłej wody użytkowej;
- ilości ciepła niezbędnego do utrzymywania temperatury tej wody na wymaganym poziomie ( $45^{\circ}\text{C} \div 55^{\circ}\text{C}$ ) [5].

Warunkiem uzyskania jak najlepszej pracy instalacji ciepłej wody użytkowej z cyrkulacją jest poprawne jej zaprojektowanie.

Metoda obliczeniowa, stosowana w Polsce, określa wymagany strumień wody cyrkulacyjnej w całej instalacji na podstawie strat ciepła przewodów rozprowadzających ciepłą wodę użytkową (poziomych i pionowych) przy założonym obliczeniowym spadku jej temperatury od węzła cieplnego do najbardziej niekorzystnie położonego punktu poboru, lub na podstawie wymaganej krotności wymian wody w obiegach cyrkulacyjnych [1,2,3,5].

Całkowite straty ciepła w instalacji zależą również od sprawności izolacji termicznej przewodów oraz temperatury otoczenia przewodów. Największe straty występują w pionach, które zazwyczaj nie posiadają izolacji termicznej [6]. Piony prowadzone najczęściej są w szwach instalacyjnych - często wentylowanych, co powoduje występowanie znacznych różnic temperatur pomiędzy otoczeniem a pionem. Poziome przewody prowadzone przez pomieszczenia piwniczne posiadają izolację termiczną.

Ze strat ciepła w instalacji wynika, że największe natężenie przepływu powinno występować w pionie najdalej położonym w stosunku do wymiennika ciepłej wody. Natomiast warunki hydrauliczne układu sprawiają, że największe ciśnienie dyspozycyjne występuje dla pionu znajdującego się najbliżej wymiennika ciepłej wody użytkowej. Czyli warunki hydrauliczne układu powodują przepływy odwrotne do oczekiwanych.

Należy zapewnić we wszystkich pionach obliczeniowe natężenie przepływu. W tym celu piony cyrkulacyjne, w których występuje nadwyżka ciśnienia dyspozycyjnego, należy poddać regulacji hydraulicznej.

### 3. Sposoby regulacji instalacji cyrkulacji

Sposób regulacji cyrkulacji ciepłej wody zgodny z polską normą [5] polega na stosowaniu kryz dławiących lub zaworów regulacyjnych do dławienia przepływów cyrkulacyjnych w poszczególnych pionach wewnętrznej instalacji c.w.u.

Minimalna średnica kryz, jakie należy stosować w instalacji cyrkulacji, wynosi 5 mm [5]. W przypadkach, w których należałoby zastosować mniejszą średnicę kryzy (większe ciśnienie do zdławienia) - nie stosuje się jej, a co za tym idzie, nie ma możliwości dokładnego wyregulowania całości instalacji, gdyż stosowanie kilku kryz w praktyce jest nie do przyjęcia. Mniejszych średnic kryz nie stosuje się również ze względu na możliwość zatykania przewodu.

Dobór kryz dławiących ciśnienie wymaga długotrwałych i żmudnych obliczeń hydraulicznych całej instalacji [1,2,3], które nie zapewniają w pełni zadowalającego wyrównania cyrkulacji. Różnice w wykonaniu instalacji w stosunku do założeń projektowych powodują zmianę przepływów przez poszczególne działki i rozregulowanie instalacji. Stąd natężenie przepływu w poszczególnych działkach i rozkład temperatur w poszczególnych punktach instalacji ustala się samoczynnie, niezgodnie z założeniami. Jest to szczególnie problem w przypadku instalacji rozległych ze zróżnicowanymi w czasie i przestrzeni poborami ciepłej wody.

Aby w sposób precyzyjny zapewnić ciągłą równowagę cieplną i hydrauliczną, należy zastosować regulację opartą na sterowaniu temperaturą w obszarze całej instalacji. Regulację taką zapewniają termostaticzne zawory regulacyjne.



#### 4. Regulacja za pomocą termostatycznych zaworów regulacyjnych do instalacji cyrkulacyjnych ciepłej wody użytkowej

Termostatyczny zawór regulacyjny wyrównuje przepływ przez poszczególne obiegi - piony cyrkulacyjne w zależności od temperatury przepływającej wody. Zawory montuje się na przewodach cyrkulacyjnych u podstawy pionu.

Stosowanie termostatycznych zaworów regulacyjnych w instalacji cyrkulacji pozwala na [4,7]:

- skrócenie czasu oczekiwania na wodę o wymaganej temperaturze na wylewce;
- ograniczenie i zrównoważenie przepływu w zależności od temperatury wody;
- zmniejszenie zużycia energii przez pompę cyrkulacyjną;
- automatyczną regulację natężenia przepływu, bez niebezpieczeństwa jego zmniejszenia przez zarośnięcie przekroju instalacji wodnej (np. osadami wapniowymi);
- optymalną pracę całej instalacji cyrkulacyjnej zarówno przy minimalnym rozborze i w ciągu dnia podczas trwania większych rozborów;
- obniżenie zużycia ciepła i wody dzięki utrzymywaniu jej temperatury na stałym poziomie;
- osiągnięcie optymalnej ochrony przed bakteriami Legionella.

Przy projektowaniu instalacji cyrkulacji c.w.u. z wykorzystaniem zaworów termostatycznych należy:

- wyznaczyć wartości nastaw zaworów, obliczone na podstawie schłodzenia ciepłej wody od urządzenia przygotowującego ciepłą wodę do zamontowanego zaworu;
- straty ciśnienia w najbardziej niekorzystnym obiegu przez zamontowany i otwarty zawór termostatyczny.

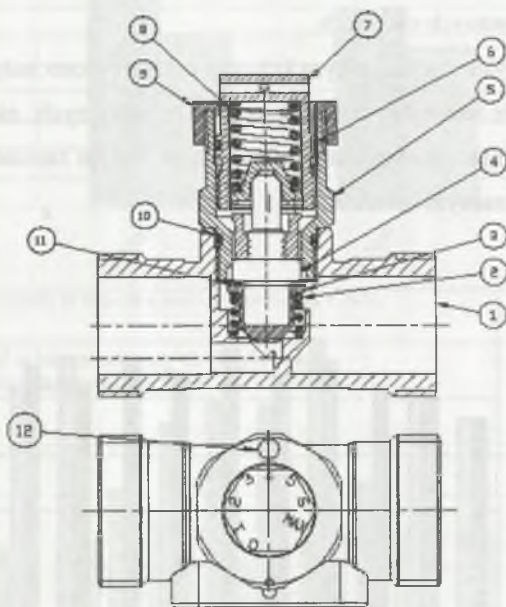
Prawidłowy dobór nastaw zaworów warunkuje uzyskanie żądanej temperatury w punkcie czerpalnym i dynamiczne zrównoważenie instalacji.

Na rynku polskim dostępne są różne rodzaje zaworów termostatycznych produkowanych przez różne firmy, jak np. zawór TA-Therm firmy TA HYDRONICS, zawór „alwa Kombi - 4”, termostatyczne zawory regulacyjne firmy OVENTROP, zawory „Tem-Con” oraz zawór regulacyjny TCV firmy DANFOSS, na którego przykładzie omówiono zasadę działania zaworu.

## 5. Zasada działania termostatycznego zaworu regulacyjnego do instalacji cyrkulacji ciepłej wody użytkowej

Działanie zaworu termostatycznego do instalacji cyrkulacji c.w.u. jest takie samo, jak grzejnikowych zaworów termostatycznych. Temperatura wody odbierana jest przez umieszczony w przepływającym strumieniu wodnym element termostatyczny. Jeżeli temperatura płynącej wody przekroczy wartość zadaną, element termostatyczny rozszerza się, a grzybek zaworu przesuwany jest w kierunku gniazda i przepływ jest zmniejszany. Jeżeli temperatura opada poniżej wartości zadanej, element termostatyczny kurczy się, a grzybek zaworu odsuwany jest od gniazda - przepływ jest zwiększany. Wkręcając śrubę nastawczą można zamknąć przepływ [7].

1. Korpus zaworu
2. Sprężyna
3. Grzybek
4. Element termostatyczny
5. Głowica
6. Uszczelka typu O-ring
7. Śruba nastawcza
8. Sprężyna zabezpieczająca
9. Nakrętka blokująca
10. Uszczelka typu O-ring
11. Uszczelka gumowa
12. Znak odniesienia



Rys. 1. Zawór termostatyczny TCV  
Fig. 1. TCV - thermostatic valve

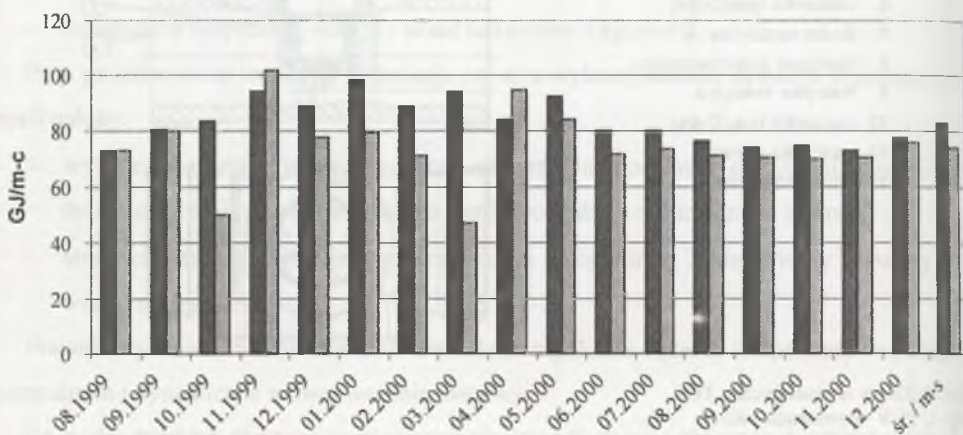
Zawór TCV utrzymuje minimalny przepływ tak, aby temperatura wody przepływającej przez zawór była na nastawionym poziomie w zakresie 30-70°C. Budowa zaworu (masywny korpus, możliwość plombowania) pozwala na jego montaż w miejscach ogólnie dostępnych (korytarze, ciągi komunikacyjne w piwnicach itp.). Może on pracować w nowych i modernizowanych układach cyrkulacyjnych ciepłej wody użytkowej.

Nastawa maksymalna (odpowiadająca temperaturze 70°C), umożliwia okresową termiczną dezynfekcję instalacji bez konieczności demontażu zaworu, co zabezpiecza przed bakteriami *Legionella*.

## 6. Analiza pracy termostatycznych zaworów regulacyjnych do instalacji cyrkulacji ciepłej wody użytkowej

Porównano zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych przy ul. Gombrowicza 5 i 6 w Szczecinie, o takiej samej liczbie mieszkańców i konstrukcji. Przedstawiono zużycie ciepła na c.w.u. w budynku wielorodzinnym przy ul. Różowej przed i po zamontowaniu termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych TCV firmy DANFOSS. Dane przedstawiono z badań monitorowych. Pokazano również zużycie wody w analizowanych obiektach.

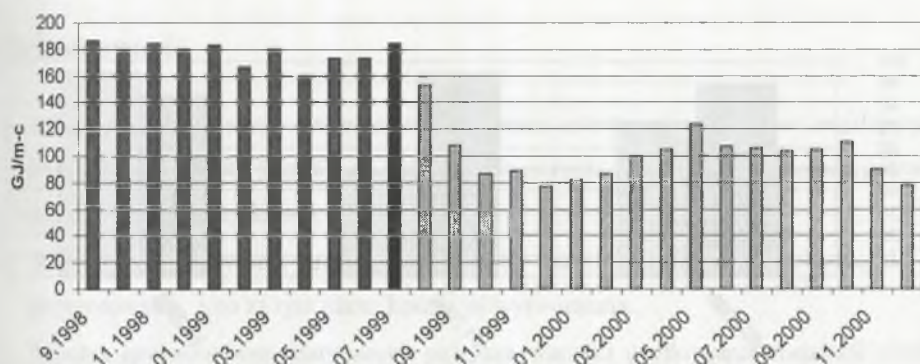
Na rysunkach ciemnym kolorem przedstawiono zużycie ciepła oraz ciepłej wody w instalacji bez termostatycznych zaworów regulacyjnych, zaś jasnym kolorem z zamontowanymi zaworami termostatycznymi. Miesiąc, w którym zamontowano zawory (lipiec 1999 r.) zaznaczono czarnym kolorem.



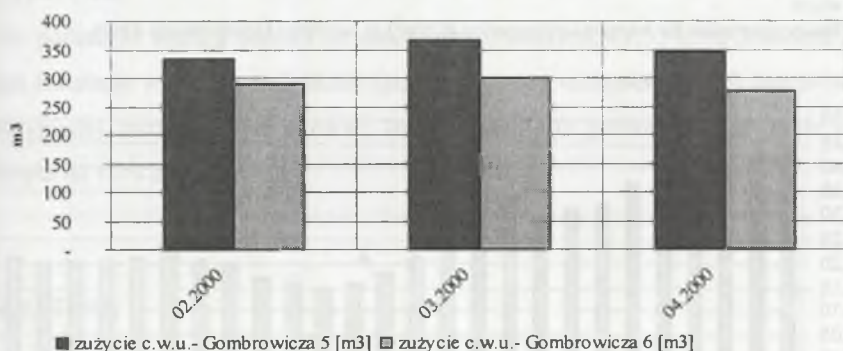
Rys. 2. Zużycie ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej w [GJ/m-c] w budynkach przy ul. Gombrowicza 5 i 6 (08.1999-12.2000 r.)

Fig. 2. Heat consumption [GJ/month] in building Gombrowicza 5 and 6 (08.1999-12.2000)

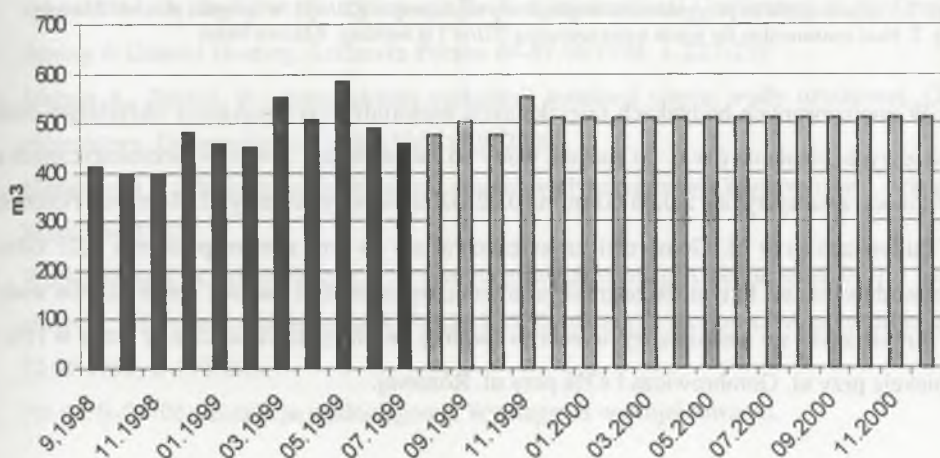




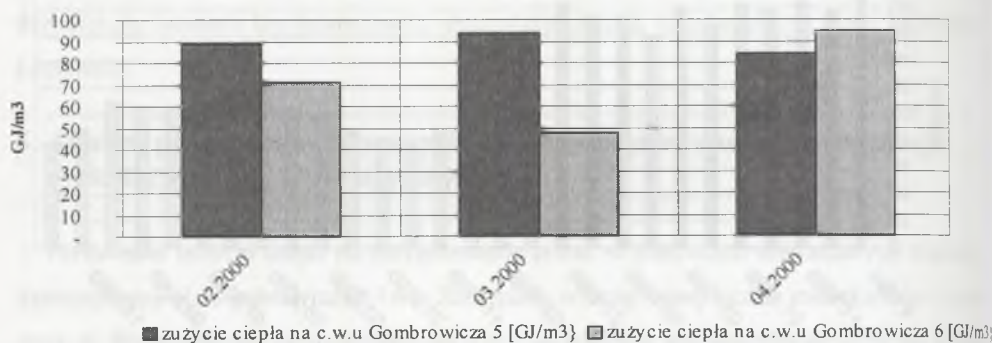
Rys. 3. Zużycie ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej w [GJ/m-c] w budynku przy ul. Różowej  
 Fig. 3. Heat consumption [GJ/m<sup>3</sup>] in building Różowa Street



Rys. 4. Zużycie ciepłej wody użytkowej w m³ w budynkach przy ul. Gombrowicza  
 Fig. 4. Hot water consumption [m³] in buildings Gombrowicza Street

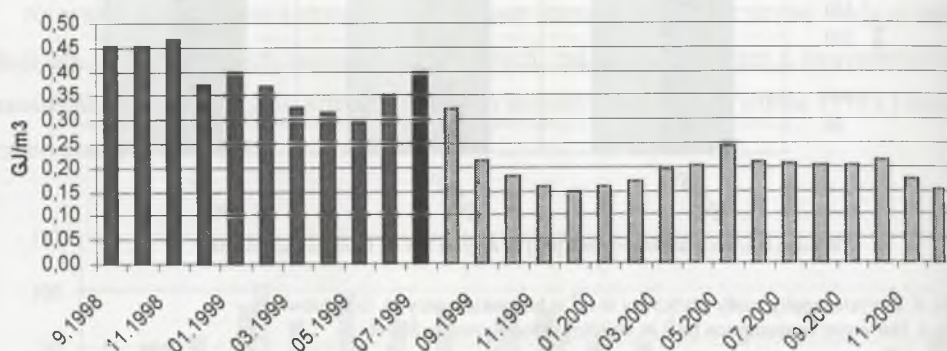


Rys. 5. Zużycie ciepłej wody użytkowej w m³ w budynku przy ul. Różowej  
 Fig. 5. Hot water consumption [m³] in building Różowa Street



Rys. 6. Zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej w [GJ/m³] w budynkach przy ul. Gombrowicza

Fig. 6. Heat consumption for warm water preparing [GJ/m³] in buildings Gombrowicza Street



Rys. 7. Zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej w [GJ/m³] w budynku przy ul. Różowej

Fig. 7. Heat consumption for warm water preparing [GJ/m³] in building Różowa Street

W analizowanych budynkach mieszkalnych wielorodzinnych wskaźnik określający stosunek zużycia ciepła na c.w.u. do zużycia wody po zastosowaniu zaworów termostacyjnych na cyrkulacji zmniejszył się z  $0,38 \text{ GJ/m}^3$  na  $0,22 \text{ GJ/m}^3$  w budynku przy ul. Różowej. Natomiast w budynkach przy ul. Gombrowicza kształtował się na tym samym poziomie  $0,25 \text{ GJ/m}^3$ . Spowodowane jest to tym, że ze zmniejszeniem zużycia energii cieplnej spada zużycie wody.

Zmniejszyło się średnie zużycie energii cieplnej do przygotowania ciepłej wody o 11% w obiekcie przy ul. Gombrowicza i 43% przy ul. Różowej.



## 7. Podsumowanie

- Modernizacja instalacji cyrkulacyjnych poprzez montowanie zaworów regulujących temperatury powrotu pozwala na ograniczenie zużycia energii cieplnej do przygotowania ciepłej wody użytkowej.
- Wraz ze zmniejszeniem zużycia ciepłej wody maleje zużycie energii cieplnej do jej przygotowania, a co za tym idzie, koszty jej wytworzenia.
- Montaż zaworów termostatycznych polepsza warunki użytkowania instalacji ciepłej wody poprzez uzyskanie wymaganej temperatury w poszczególnych punktach poboru ciepłej wody.
- Na podstawie analizy danych ze spółdzielni mieszkaniowych, które zmodernizowały już instalacje w swoich budynkach (poprzez montaż termostatycznych zaworów regulacyjnych), można wywnioskować, że rozwiązanie to pozwala na obniżenie zużycia ciepła od 10% do 40%.

## LITERATURA

1. Chybowski B.: Instalacje ciepłej wody użytkowej. Warszawa, Arkady 1973.
2. Jeżowiecki J., Marchewka P.: O Określeniu obliczeniowego strumienia wody cyrkulacyjnej w układach ciepłej wody użytkowej. The 9-th International Conferency of Air Conditioning & District Heating, Szklarska Poręba 04-07.06.1998, s. 227-232
3. Małyś A., Szaflik W.: Praca układu cyrkulacji instalacji ciepłej wody użytkowej. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja nr 9, 2000.
4. Mańkowski S.: Projektowanie instalacji ciepłej wody użytkowej. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1981.
5. Wollerstrand J.: Cyrkulacja c.w.u. w świetle nowych wymagań temperaturowych i sanitarnych., III Forum Ciepłowników Polskich 8 Konferencja Krajowa, Międzyzdroje 20-22.09.1999, s. 192-202.
6. PN-92/B-01706: Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.

7. PN-85/B-02421: Izolacja cieplna rurociągów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania.
8. Katalog informacyjny firmy DANFOSS: Termostatyczny zawór regulacyjny do instalacji cyrkulacyjnych ciepłej wody użytkowej. 04, 2001.

Recenzent: Dr hab. inż. Marian Nantka, prof. PŚI

### Abstract

The paper presents work of hot water installation equipped with control valves at multi-storeyed building. In the end the paper presents results of hot water installation modernization - water and heat consumption before and after modernization.