

# PRZYGOTOWANIE CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ. INSTALACJE C.W.U., ŹRÓDŁA CIEPŁA, POTRZEBY CIEPLNE, OSZCZĘDNOŚCI

Opracowała: dr inż. Bożena Babiarcz

## INSTALACJA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

- służy do przygotowania wody ciepłej i jej rozprowadzenia do punktów czerpalnych.

**Ciepła woda użytkowa (c.w.u.)** – woda podgrzana do temp. 55 – 60<sup>0</sup>C, używana do celów gospodarczych, dla potrzeb mycia, prania zmywania naczyń itp.

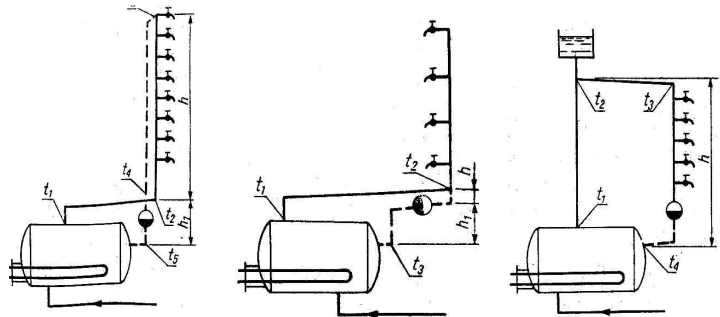
## KLASYFIKACJA INSTALACJI C.W.

### Ze względu na źródło c.w.:

- instalacje ze źródeł indywidualnych
- instalacje ze źródeł centralnych
- instalacje ze źródeł zdalaczynnych

### Ze względu na sposób rozwiązania technicznego:

- instalacje z rozdziałem:
  - dolnym,
  - górnym,
- instalacje z cyrkulacją:
  - grawitacyjną,
  - wymuszoną:
    - poziomą,
    - pionową,



### Ze względu na materiał przewodów, z których instalacja jest wykonana:

- instalacje z rur stalowych ocynkowanych;
- instalacje z rur miedzianych;
- instalacje z tworzyw sztucznych (PVC, CPVC, PE, PP, PB);
- instalacje z materiałów mieszanych.

## ŹRÓDŁA CIEPŁEJ WODY

### I. Źródła indywidualne

- przepływowe
- pojemnościowe (akumulacyjne)
  - elektryczne
  - gazowe
  - olejowe
  - na paliwa stałe
  - ciśnieniowe
  - bezciśnieniowe

- **Podgrzewacze elektryczne (przepływowe)** – ciśnieniowe, duża moc grzałki lub ograniczony strumień wody, mała wydajność.
- **Termy elektryczne (akumulacyjne) – bezciśnieniowe** – muszą być zamontowane powyżej baterii, z baterią trójdrogową, odprowadzenie spalin do pomieszczenia. Trzeba pewnego czasu do ogrzania określonej pojemności wody
- **Bojlery elektryczne** – akumulacyjne zbiorniki ciśnieniowe o określonej pojemności od kilkudziesięciu litrów do kilku m<sup>3</sup> z wbudowanymi w nich grzałkami elektrycznymi. Wymaga zabezpieczenia poprzez zwór bezpieczeństwa, zawór zwrotny, a od strony elektrycznej podwójne zabezpieczenie termostatami temperatury w.c. od temp. max.
- **Termy gazowe (przepływowe)** – woda ogrzewa się podczas przepływu spalin palącego się gazu. Gaz pali się gdy jest przepływ wody. Spaliny odprowadzane są przez wentylację grawitacyjną
- **Piecyki gazowe wieloczerpalne** – przepływowe o większe wydajności niż termy z możliwością doprowadzenia wody do urządzeń położonych powyżej piecyka. Spaliny odprowadzane są do kanału spalinowego, którym wyprowadzane są ponad dach. Mogą być zlokalizowane w łazience pod warunkami: kubatura  $\geq 8$  m<sup>3</sup>, wentylacja grawitacyjna z dopływem powietrza przez otwór w drzwiach o wym. 400x100 mm, drzwi otwierane na zewnątrz, bez zamków.
- **Podgrzewacze z węzownicą w trzonie kuchennym**

## II. Źródła centralne (lokalne)

- czynnik grzewczy - woda

- system zasobnikowy:

- z pełną akumulacją
- z niepełną akumulacją
  - akumulujący ciepło po stronie czynnika grzewczego,
  - akumulujący ciepło po stronie czynnika ogrzewanego
    - z pojemnościowym wymiennikiem ciepła,
    - z przepływowym wymiennikiem ciepła i zasobnikiem,
    - z pojemnościowo-przepływowym wymiennikiem ciepła,

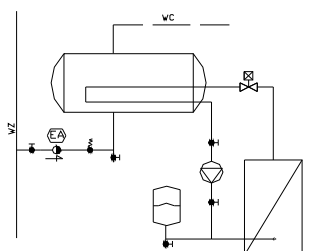
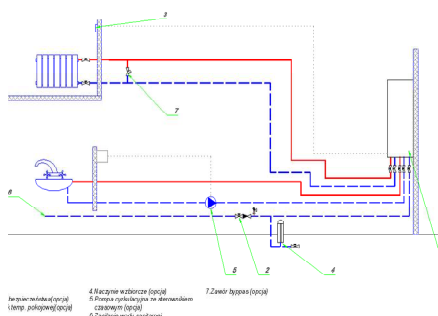
- system bezzasobnikowy:

- z wydzielonym wymiennikiem przepływowym,
- z wymiennikiem wbudowanym w kocioł.

Przykładowe schematy zasilania instalacji cwu:

Kocioł dwufunkcyjny

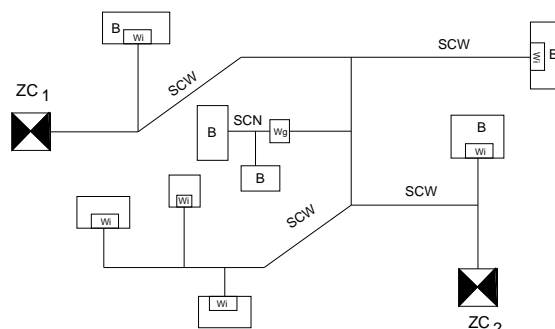
Kocioł współpracujący z wymiennikiem pośrednim



- czynnik grzewczy – para wodna
  - system zasobnikowy,
  - system bezzasobnikowy,
- z przeponowym wymiennikiem ciepła,
- z bezprzeponowym wymiennikiem ciepła.

### III. Źródła zdalaczynne

- Sieci ciepne wysokoparametrowe (SCW),
- Sieci ciepne niskoparametrowe (SCN).



### Węzły ciepne (W)-klasyfikacja

- bezpośrednie
  - z transformacją parametrów
  - bez transformacji parametrów
- pośrednie
  - wymiennikowe
- indywidualne
- grupowe
- jednofunkcyjne
- wielofunkcyjne
- jednostopniowe
- dwustopniowe
- szeregowo
- równoległe
- szeregowo-równoległe
- bezzasobniowe
- zasobniowe,
- wodne
- parowe
- parowo-wodne

## OBLICZANIE ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO DLA POTRZEB C.W.U.

### Przepływy obliczeniowe do wymiarowania węzła c.w.:

$$q_{\text{śrd}} = M q_j \quad [\text{m}^3/\text{d}]$$

$$q_{\text{śrh}} = q_{\text{dśr}}/\tau \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$\tau$  - czas użytkowania instalacji w ciągu doby h/d,  $\tau = 18$  h/d, od godz. 6 do 24

$$q_{\text{maxh}} = q_{\text{hśr}} N_h \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$N_h = 9,32 M^{-0,244}$$

gdzie:

$M$  – obliczeniowa liczba mieszkańców,

$q$  – średnie, obliczeniowe jednostkowe zapotrzebowanie dobowe wody na 1 mieszkańca  $\text{dm}^3/\text{Md}$ , dla mieszkalnictwa  $q = 110 \div 130 \text{ dm}^3/\text{Md}$ .

### Zapotrzebowanie na ciepło dla potrzeb cwu, $\Phi$ [kW], wg PN-92/B-01706

$$\Phi_{\text{śrh}} = q_{\text{śr}} h c_w \rho (t_c - t_z), \quad [\text{kW}]$$

$$\Phi_{\text{maxh}} = q_{\text{max}} h c_w \rho (t_c - t_z), \quad [\text{kW}]$$

Powierzchnia wymiany ciepła  $A$  [m<sup>2</sup>]:

$$\Phi_{\text{maxh}} = A k \Delta T_{\text{śr}}$$

$$A = \frac{\Phi_{\text{maxh}}}{k \cdot \Delta T_{\text{śr}}}$$

$\Delta T_{\text{śr}}$  – różnica średnich temperatur czynnika grzejącego i ogrzewanego lub średnia logarytmiczna

$$\Delta T_m = T_p - T_{w.z.}$$

$$\Delta T_w = T_{z.as} - T_{w.c.}$$

$$\text{Gdy } \Delta T_m/\Delta T_w > 0,5 \text{ to } \Delta T_{\text{śre}} = \frac{T_{z.as} + T_p}{2} - \frac{T_{w.z.} + T_{w.c.}}{2}$$

$$\text{Gdy } \Delta T_m/\Delta T_w < 0,5 \text{ to } \Delta T_{\text{śre}} = \frac{\Delta T_w - \Delta T_m}{\ln \frac{\Delta T_w}{\Delta T_m}}$$

$k$  - współczynnik przenikania ciepła węzownicy [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ].

### Roczne zapotrzebowanie na ciepło dla potrzeb c.w.u., $\Phi_{\text{cwu}}$ [GJ/a]

$$Q_{\text{cwu}} = 365 \Phi_{\text{śrh}} \tau = 365 \Phi_{\text{śrd}} \quad [\text{GJ/a}]$$

### Sumaryczne koszty c.w.u.:

$$O_r = O_{\text{rcw}} + O_{\text{wod}}, \quad (\text{zł})$$

$O_{\text{wod}}$  - koszty wody, [zł]

$O_{\text{rcw}}$  – roczne koszty przygotowania c.w.u., [zł]

Średni koszt 1 m<sup>3</sup> c.w.u.:

$$O_{\text{śr}} = O_r / V_{\text{c.w.u.}} \text{ (zł/m}^3\text{)}.$$

$V_{\text{c.w.u.}}$  - roczne zużycie c.w.u., [m<sup>3</sup>/a]

Roczne zużycie c.w.u.

$$V_{\text{c.w.u.}} = 365 q_{\text{śrd}} \quad [\text{m}^3/\text{a}]$$

**Roczne koszty przygotowania c.w.u., [zł]**

$$O_{\text{rcw}} = Q_{\text{c.w.u.}} O_z + 12 \Phi_{\text{c.w.u.}} O_m$$

gdzie:

$O_z$  - opłata za 1 GJ zużytego ciepła, [zł/GJ],

$O_m$  - opłata za 1MW mocy zamówionej, [zł/MW m-c].

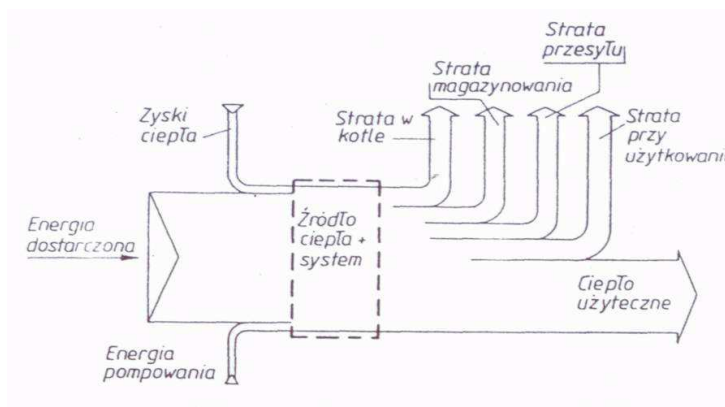
**Koszty wody**

$$O_{\text{wod}} = V_{\text{c.w.u.}} O_w, \quad [\text{zł}]$$

$O_w$  (zł/m<sup>3</sup>) - opłata za 1 m<sup>3</sup> wody

## BILANS CIEPLNY INSTALACJI C.W.U.

Bilans cieplny instalacji c.w.u. obejmuje analizę strat i zysków ciepła podczas magazynowania, rozprowadzania i użytkowania ciepłej wody.



**Straty ciepła w instalacjach c.w.u. zależą od:**

- rodzaju nośnika energii pierwotnej,
- rodzaju wymiennika ciepła,
- rodzaju systemu,
- rodzaju rozptywu ciepła.

**Straty magazynowania ciepłej wody**

$$Q_z = k F_z (t_{\text{cw}} - t_o)$$

$k$  - współczynnik przenikania ciepła przez ścianki zasobnika [W/m<sup>2</sup>K]

$F_z$  - pole powierzchni zewnętrznej zasobnika, [m<sup>2</sup>]

$t_{cw}$  – temperatura ciepłej wody [K]

$t_o$  – temperatura otoczenia [K]

### Straty ciepła w systemie rozpięciu c.w.u.

- straty do otoczenia, przez powierzchnie zewnętrzne rur i armatury,
- straty wody przez ewentualne nieszczelności,
- straty energii elektrycznej pobieranej przez napęd pomp.

### Obliczanie strat ciepła w instalacji c.w.u.

Straty mocy cieplnej w instalacji,  $\Phi_c$  [W]

$$\Phi_c = A \cdot U \cdot \Delta t_{obl} (1 - \eta)$$

gdzie:

$U$  – współczynnik przenikania ciepła przewodu na odcinku obliczeniowym [ $W/m^2K$ ],

$A$  - powierzchnia wymiany ciepła na danym odcinku obliczeniowym [ $m^2$ ],

$\Delta t_{obl}$  - różnica średniej temperatury wody w przewodzie na danej działce i temperatury otoczenia,

$\eta$  – współczynnik sprawności izolacji cieplnej

Powierzchnia wymiany ciepła

$$A = \pi \cdot d_{zi} \cdot l_i$$

$d_{zi}$  – średnica zewnętrzna przewodu  $i$ -tego odcinka obliczeniowego, [m]

$l_i$  – długość  $i$ -tego odcinka obliczeniowego, [m]

Różnica średniej temperatury  $\Delta t_{obl}$ , [K] wyraża się wzorem:

$$\Delta t_{obl} = \frac{t_p + t_k}{2} - t_o$$

$t_p$  – temperatura obliczeniowa na początku odcinka obliczeniowego

$t_k$  – temperatura obliczeniowa na końcu odcinka obliczeniowego

$t_o$  – temperatura otoczenia przewodu

$$t_k = t_p - \Delta t_i \cdot l_i$$

Jednostkowy spadek temperatury przy przepływie przez odcinek przewodu  $\Delta t_i$  [K/m]

$$\Delta t_i = \frac{\Delta t}{l_c}$$

$\Delta t$  - obliczeniowy spadek temperatury ciepłej wody na drodze jej przepływu od źródła do najniekorzystniejszego punktu czerpalnego  $\Delta t = 5^\circ C$

Temperaturę otoczenia przewodu  $t_o$  przyjmuje się :

- dla nie ogrzewanych piwnic:

$$t_o = 5^\circ C (278^\circ K),$$

- dla przewodów prowadzonych w brzdach i kanałach:

$$t_o = 40^\circ C (313^\circ K),$$

- dla nie ogrzewanych poddaszy:

$$t_o = -10^\circ C (263^\circ K),$$

- dla przewodów prowadzonych po wierzchu ścian  
w pomieszczeniach mieszkalnych:

$$t_o = 20^\circ C (293^\circ K).$$

Współczynnik sprawności izolacji cieplnej przewodu,  $\eta$

- dla przewodu nie izolowanego  $\eta = 0$
- dla przewodu izolowanego  $\eta = 0,7 \div 0,9$ .

Współczynniki przenikania ciepła przewodów instalacji, które zależą od rodzaju materiału, prowadzenia przewodów można wyznaczyć wg tabeli:

Rodzaj przewodów	Sposób ułożenia przewodu	Wzór
Rury stalowe ocynkowane średnie	poziomo	$U = 3,73 \cdot d_z^{-0,16} \cdot \Delta t^{0,24}$
	pionowo	$U = 4,45 \cdot \Delta t^{0,27}$
Rury miedziane	poziomo	$U = 3,69 \cdot d_z^{-0,15} \cdot \Delta t^{0,24}$
	pionowo	$U = 4,45 \cdot \Delta t^{0,27}$
Rury z polipropylenu PP typ PN20	poziomo	$U = 1,38 \cdot d_z^{-0,45} \cdot \Delta t^{0,13}$
	pionowo	$U = 1,72 \cdot d_z^{-0,28} \cdot \Delta t^{0,15}$

### Straty użytkowania ciepłej wody

- straty spowodowane zbyt dużym zużyciem wody,
- straty spowodowane zbyt wysoką temperaturą.

### OSZCZĘDNOŚCI ENERGII W SYSTEMIE PRZYGOTOWANIA C.W.U.

Energia potrzebna do przygotowania c.w.u. wyraża się wzorem:

$$Q_{cw} = \frac{c_w \times \rho \times V \times \Delta t}{\eta} \quad [\text{kJ/a}]$$

gdzie:

$\Delta t$  - różnica temperatur, wody ciepłej  $t_c$  i wody zimnej  $t_z$ ,  $\Delta t = t_c - t_z$ , [K],

$V$  - zużycie wody w rozpatrywanym okresie czasu, [ $\text{m}^3/\text{a}$ ],

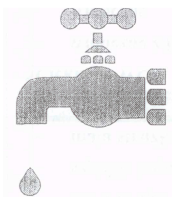
$\rho$  - gęstość wody, [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],

$c_w$  - ciepło właściwe wody, [ $\text{kJ}/\text{kg K}$ ],

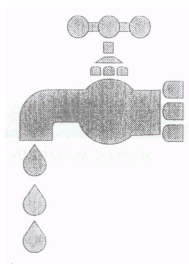
$\eta$  - sprawność systemu przygotowania ciepłej wody.

Oszczędność energii -  $\Delta Q$  w systemie przygotowania ciepłej wody może wynikać ze zmniejszenia zużycia wody, obniżenia temperatury ciepłej wody  $t_c$ , zwiększenie sprawności urządzeń do przygotowania c.w.u

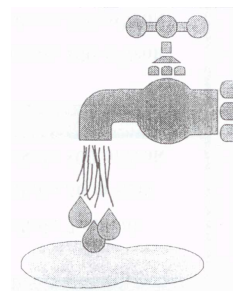
### 1) Zmniejszenie zużycia ciepłej wody



Ok. 1 kropla na sekundę  
7 m<sup>3</sup> wody rocznie



Szybkie kapanie  
30 m<sup>3</sup> wody rocznie



Strużka wody przechodząca  
w krople  
100 m<sup>3</sup> wody (ciepłej) rocznie

Cieknąca płuczka ustępowa to 100 ÷ 400 m<sup>3</sup> wody rocznie

Zmniejszenie ilości zużywanej wody można osiągnąć przez:

- opomiarowanie ilości zużywanej ciepłej wody,
- zapobieganie i unikanie nieszczelnościom w instalacji przygotowania i dystrybucji c.w.,
- instalowanie ograniczników temperatury,
- poprawę regulacji temperatury c.w.,
- instalowanie armatury wodooszczędnej.

Oszczędność ciepła  $-\Delta Q$  wynikająca z oszacowanej oszczędności zużycia wody  $-\Delta V$  wyraża się wzorem:

$$-\Delta Q = \frac{c_w \times \rho \times (-\Delta V) \times \Delta t}{\eta}$$

gdzie:  $-\Delta V$  - oszczędność ciepłej wody wynikająca ze zmniejszenia zużycia.

### 2) Obniżenie temperatury ciepłej wody – pod warunkiem zachowania wymagań zawartych w stosownych przepisach

Oszczędność ciepła  $-\Delta Q$  wynikająca z obniżenia temperatury wody ciepłej wynika ze wzoru:

$$-\Delta Q = \frac{c_w \times \rho \times V \times (t_{c1} - t_2)}{\eta}$$

gdzie:  $t_{c1}$  - temperatura wody cieplej przed zastosowaniem usprawnienia,  
 $t_2$  - temperatura wody ciepłej po zastosowaniu usprawnienia.

### 3) Zwiększenie sprawności systemu przygotowania ciepłej wody

Sprawność systemu przygotowania c.w. uwzględnia czynniki związane z jej przygotowaniem, rozprowadzeniem i użytkowaniem:

$$\eta = \eta_k \times \eta_p \times \eta_u,$$

gdzie:

$\eta_k$  - sprawność energetyczna przemiany energii w źródle,

$\eta_p$  - sprawność przesyłania energii, określona przez straty ciepła w systemie dystrybucji,  
 $\eta_u$  - sprawność użytkowania energii związana ze sposobem wykorzystania ciepłej wody.

Sprawność systemów przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych

System	Sprawność			
	produkcji	magazynowania	transportu	ogólna
Indywidualny:				
Elektryczne z magazynowaniem	1,0	0,75	0,85	0,64
Gazowe z magazynowaniem	0,65	0,85	0,85	0,41
Gazowe ciągłe	0,65	1,0	0,85	0,55
Centralne ogrzewanie	1,0 <sup>1)</sup>	1,0	0,85	0,85
Centralny:	0,65 <sup>3)</sup>	0,90	0,30 <sup>2)</sup>	0,18
	0,65 <sup>3)</sup>	0,90	0,80 <sup>2)</sup>	0,47
Zdalaczynny (sieci ciepłne):	1,0 <sup>1)</sup>	1,0	0,30 <sup>2)</sup>	0,30
	1,0	1,0	0,80	0,80

<sup>1)</sup> straty ciepła poza budynkiem nie są włączone,

<sup>2)</sup> w rozległych systemach lub w systemach pracujących okresowo, 0,8 – wartość wysoka,

<sup>3)</sup> średnia wartość w zimie (8 miesięcy) 0,8, w lecie (4 miesiące) sprawność 0,4.

Zwiększenie sprawności przygotowania ciepłej wody można uzyskać poprzez:

- skrócenie czasu pracy pomp,
- obniżenie temperatury wody,
- usprawnienie systemu przygotowania ciepłej wody,
- optymalizację wielkości zasobnika ciepłej wody,
- wprowadzenie dogrzewania wody.

$$-\Delta Q = c_w \times \rho \times V \times \Delta t \left( \frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta_u} \right)$$

Oszczędność ciepła  $-\Delta Q$  wyniesie wówczas:

gdzie:  $\eta$  - sprawność systemu przygotowania c.w. przed wprowadzeniem usprawnień,  
 $\eta_u$  - sprawność systemu po wprowadzeniu usprawnień.

### Prosty czas zwrotu nakładów SPBT

SPBT  min

$$SPBT = N_{cw} / \Sigma \Delta O_{rcw}, \text{ [lata]}$$

gdzie:

$N_{cw}$  (zł) - planowane koszty robót,

$\Delta O_{rcw}$  - roczna oszczędność kosztów energii, wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii [zł/rok]

### Roczne oszczędności kosztów energii $\Delta Q_{rcw}$ n-tego źródła, [zł/a]

$$\Delta O_{rcw} = (x_0 Q_{0cw} O_{0z} - x_1 Q_{1cw} O_{1z}) + 12 (y_0 q_{0cw} O_{0m} - y_1 q_{1cw} O_{1m}) + 12 (Ab_0 - Ab_1)$$

$x_0, x_1$ , - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

$Q_{0cw}, Q_{1cw}$  – zapotrzebowanie na ciepło dla cwu przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, określone na podst. analizy i prognozy zużycia [GJ/a],

$O_{0z}, O_{1z}$  – opłata zmienna za 1GJ ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego [zł/GJ],

$O_{0m}, O_{1m}$  – opłata stała miesięczna związana z dystrybucją i przesyłaniem energii wykorzystanej dla c.w.u. przed i po wykonaniu usprawnienia [zł/MW mc],

$y_0, y_1$ , - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

$q_{0cw}, q_{1cw}$  – zapotrzebowanie na moc cieplną dla cwu przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, określone na podst. analizy i prognozy zużycia [MW],

$Ab_0, Ab_1$  – miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł],

### Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii w systemach przygotowania ciepłej wody użytkowej

#### Cele:

- *zmniejszenie kosztów opłat za ciepło,*
  - *dostosowanie techniczne obiektu do aktualnie obowiązujących wymagań.*
- Zastosowanie indywidualnego opomiarowania - oszczędność rzędu 10% - 35%.
  - Wymiana niesprawnej armatury czerpalnej na wodooszczędną, zastosowanie perlatorów - oszczędność rzędu 15% - 30%.
  - Zastosowanie baterii czerpalnych sterowanych fotokomórką, podczerwienią.
  - Dostosowanie ciśnienia wody do wymaganego (zmniejszenie poboru wody oraz strat spowodowanych przeciekami)- montaż regulatorów ciśnienia na przyłączach i przewodach rozdzielczych.
  - Zastosowanie właściwej izolacji termicznej przewodów ciepłej wody, cyrkulacyjnych, armatury oraz zasobników.
  - Zwiększenie sprawności źródła ciepła pracującego dla potrzeb przygotowania ciepłej wody.
  - Dostosowanie wielkości zasobnika ciepłej wody do aktualnych potrzeb.
  - Zastosowanie automatycznie wyłączanych podgrzewaczy wody np. sterowanych fotokomórką, podczerwienią lub mechanicznie
  - Zastosowanie układu automatycznej regulacji temperatury wody oraz pracy pomp obiegowych i cyrkulacyjnych
  - Właściwa regulacja instalacji cyrkulacyjnych
  - Zastosowanie cyrkulacji wymuszonej pracującej w oparciu o energooszczędne pompy z wyłącznikiem czasowym
  - Wyłączenie nagrzewania wody w okresach przerw w zapotrzebowaniu na ciepłą wodę (nie można stosować w przypadku równomiernych rozbiórów wody)
  - Wyłączenie pomp cyrkulacyjnych w przypadku przerw w zapotrzebowaniu na ciepłą wodę
  - W przypadku podgrzewaczy elektrycznych podgrzewanie wody poza okresami maksymalnych obciążeń systemu elektroenergetycznego - korzystanie z II taryfy.

- Rozważenie celowości i wnikliwa analiza możliwości zastąpienia istniejącego centralnego systemu nagrzewania wody przez pewną liczbę lokalnych podgrzewaczy
- Rozważenie możliwości zastosowania obniżonej temperatury c.w.u.
- Rozważenie możliwości zastosowania odnawialnych źródeł energii do przygotowania c.w.u. w danym obiekcie
- Rozważenie możliwości zastosowania odzysku ciepła z wykorzystanej ciepłej wody przy zastosowaniu pompy ciepła
- Zmiana nośnika energii
- Zmiana sposobu zasilania.

## **Literatura**

1. Górzyński Jan - Audyting energetyczny. Narodowa Agencja Poszanowania Energii S. A., Warszawa 2000,
2. Chybowski – Instalacje ciepłej wody użytkowej ,
3. Mańkowski S. – Projektowanie instalacji ciepłej wody użytkowej. Wyd. Arkady, Warszawa 1981,
4. Recknagel, Sprengel H. – Ogrzewanie i klimatyzacja. Poradnik 1994,
5. Sosnowski S., Tabernacki J., Chudzicki J.: Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne. Wyd. Instalator Polski. Warszawa 2000,

## **Podstawowe normy**

6. PN-99/B – 01706 – Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu
7. PN-EN 1717: 2003 Ochrona przed wtórnym zanieczyszczeniem wody w instalacjach wodociągowych i ogólne wymagania dotyczące urządzeń zapobiegających zanieczyszczeniu przez przepływ zwrotny.

## **Rozporządzenia**

8. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, (Dz.U.02.75.690
9. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody, (Dz.U.02.8.70),
10. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, (Dz. U.nr 61, poz. 417 z dnia 6 kwietnia 2007 r)