

Jerzy Żurawski*)

Energoozczędność budynku a ZUŻYCIE energii na przygotowanie c.w.u.

Do tej pory ze względu na obowiązujące prawo budowlane nie analizowano wpływu sprawności systemu grzewczego na końcowe zużycie energii ani udziału zużycia energii na potrzeby instalacji c.w.u. w całkowitym bilansie cieplnym budynku.

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1], budynek i jego instalacje grzewcze powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość energii cieplnej potrzebnej do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie (§ 328). W dalszej części rozporządzenia jego autorzy koncentrują się jedynie na określeniu wymagań w zakresie izolacyjności termicznej budynku. Zgodnie z nimi wymóg zawarty w § 328 jest spełniony, jeżeli przegrody w budynku zachowują minimalne wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$] lub gdy wartość wskaźnika E , określającego obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku w sezonie grzewczym, jest mniejsza od wartości granicznej E_0 [$kWh/(m^3 \cdot rok)$]. W rozporządzeniu nie określono natomiast żadnych wymagań dotyczących instalacji c.o. i c.w.u.

WPŁYW systemu grzewczego na wielkość zużycia energii

Rodzaj instalacji centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej ma decydujący wpływ na wielkość końcowego zużycia energii w budynku. Stara, mało sprawna instalacja powoduje, że zużycie energii na c.o. oraz c.w.u. w budynku może być nawet dwa razy większe w stosunku do tych samych budynków wyposażonych w nowoczesne instalacje. Przykłady zużycia energii na c.o. i c.w.u. w budynkach z instalacjami o różnej sprawności przedstawiono w tabelach 1 i 2. Zużycie energii na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody zależy również od przeznaczenia budynku. W domach wielorodzinnych, hotelach i szpitalach zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji

c.o. i c.w.u. jest zupełnie inne niż w jednorodzinnych i wynika np. z wymagań wentylacyjnych.

W domach jednorodzinnych z instalacją starego typu udział instalacji c.w.u. w zużyciu ciepła wynosi ok. 13% całkowitego zużycia energii na potrzeby c.o. i c.w.u. W domach jednorodzinnych z nowoczesną instalacją c.w.u. wartość ta jest podobna i wynosi ok. 16%. W budynkach wielorodzinnych z instalacją starego typu zużycie ciepła na c.w.u. wynosi ok. 50% całkowitego zużycia energii, z nową zaś – ok. 35%. Jeszcze większy udział zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody w całkowitym zużyciu ciepła na c.o. i c.w.u. występuje w szpitalach – przy instalacji c.w.u. nowego typu stanowi ok. 50%.

Sprawność systemu grzewczego ma zatem znaczący wpływ na wielkość całkowitego zużycia energii w budynku, a więc na jego

energochłonność, w związku z czym będzie wpływała również na jego klasę energetyczną. Konieczność uwzględniania sprawności systemu c.o. i c.w.u. przy określaniu klasy energetycznej budynku wynika zresztą z wymagań wdrażanej w Polsce dyrektywy 2002/91/WE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [2] (chodzi o uwzględnienie końcowego zużycia energii na potrzeby ogrzewania, chłodzenia i ciepłej wody).

SYSTEMY przygotowania c.w.u.

Podstawowymi elementami instalacji c.w.u. są urządzenia wytwarzające i dostarczające ciepło potrzebne do podgrzania wody.

Urządzenia wytwarzające to źródła ciepła, np. kotły węglowe, gazowe, olejowe oraz pompy ciepła. Bardzo często do przygotowania ciepłej wody wykorzystuje się wymiennik ciepła umożliwiający przetworzenie parametrów nośnika ciepła. Doprrowadzenie ciepłej wody odbywa się za pomocą przewodów rozprowadzających

Tabela 1. Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. i c.w.u. w budynkach o różnej wielkości (ciepło dostarczane z kotłowni węglowej o sprawności* wytwarzania $\eta_w = 70\%$, sprawności przesyłu $\eta_p = 60-50\%$, sprawności magazynowania $\eta_m = 85\%$, instalacje c.o. i c.w.u. starego typu)

Typ budynku	Sprawność instalacji c.w.u.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. [GJ/rok]		Sprawność instalacji c.o.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. [GJ/rok]	
		bez uwzględnienia sprawności systemu	z uwzględnieniem sprawności systemu		bez uwzględnienia sprawności systemu	z uwzględnieniem sprawności systemu
Dom jednorodzinny	51%	18,00	35,29	54%	93,37	173,33
Mały dom wielorodzinny (10 mieszkań)	38%	145,00	379,08	53%	181,87	345,32
Średni dom wielorodzinny (90 mieszkań)	35%	931,00	2655,26	51%	1315,70	2586,27
Duży dom wielorodzinny (300 mieszkań)	31%	3104,00	10 094,31	48%	4814,64	10 055,64

*) Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska

* Sprawność $\eta_{c.w.u.} = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_m$

Tabela 2. Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. i c.w.u. w budynkach o różnej wielkości (ciepło dostarczane z kotłowni gazowej kondensacyjnej o sprawności wytwarzania $\eta_w = 95\%$, sprawności przesyłu $\eta_p = 85\text{--}60\%$, sprawności magazynowania $\eta_m = 90\text{--}85\%$, wyposażonej w automatykę pogodową, nowoczesne instalacje c.o. i c.w.u.)

Typ budynku	Sprawność instalacji c.w.u.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. [GJ/rok]		Sprawność instalacji c.o.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. [GJ/rok]	
		bez uwzględnienia sprawności systemu	z uwzględnieniem sprawności systemu		bez uwzględnienia sprawności systemu	z uwzględnieniem sprawności systemu
Dom jednorodzinny	66%	18,00	27,36	89%	93,37	105,50
Mały dom wielorodzinny (10 mieszkań)	56%	145,00	258,80	84%	181,87	216,41
Średni dom wielorodzinny (90 mieszkań)	55%	931,00	1700,77	83%	1315,70	1582,03
Duży dom wielorodzinny (300 mieszkań)	47%	3104,00	6615,52	81%	4814,64	5978,02

i cyrkulacyjnych wyposażonych w pompy cyrkulacyjne, zawory, regulatory oraz punkty odbioru c.w.u.

Rozróżnia się dwa podstawowe systemy przygotowania c.w.u.: indywidualne i centralne.

Ciepła woda w indywidualnych systemach c.w.u. może być przygotowywana w podgrzewaczach z wykorzystaniem energii elektrycznej, gazu lub paliw stałych. Zdarza się, że podgrzewacze c.w.u. są zasilane kilkoma rodzajami energii, np. paliwem stałym i elektrycznym – są to układy biwalentne. W takim układzie analizę sprawności instalacji c.w.u. należy wykonać dla każdego źródła osobno.

Indywidualne systemy przygotowania c.w.u. stosowane są w niewielkich instalacjach lub jeżeli zużycie ciepłej wody jest niewielkie, a utrzymanie cyrkulacji będzie przyczyną znaczących strat ciepła podczas przesyłu oraz tam, gdzie nie ma możliwości ich podłączenia do systemów centralnych.

W centralnych systemach przygotowania ciepłej wody nośnikami energii pierwotnej są paliwa stałe, gazowe lub ciekłe. Ciepło może być też dostarczane z sieci ciepłowniczej lub kotłowni osiedlowej za pomocą wymiennika ciepła. Przemiana parametrów termodynamicznych czynnika grzejącego następuje zazwyczaj w węzłach ciepłowniczych. Rozróżnia się: węzły jedno- i dwustopniowe, równoległe, szeregowo-równoległe, szeregowe jednostopniowe, szeregowe dwustopniowe. Ze względu na rodzaj zastosowanych urządzeń rozróżnia się:

- układy bezzasobnikowe, wyposażone wyłącznie w wymienniki przepływowe (w takim wypadku nie uwzględnia się sprawności magazynowania),

- układy zasobnikowe, wyposażone w wymienniki przepływowe i zasobniki ciepła lub wymienniki pojemnościowe.

Centralne systemy c.w.u. zasilane z kotłowni wbudowanych dzielą się na:

- bezzasobnikowe,
- z wydzielonym wymiennikiem przepływowym,
- z wymiennikiem wbudowanym w kocioł,
- zasobnikowe z akumulacją ciepła po stronie czynnika grzewczego lub po stronie c.w.u.:

- z pojemnościowym wymiennikiem ciepła,
- z przepływowym wymiennikiem ciepła i zasobnikiem,
- z pojemnościowo-przepływowym wymiennikiem ciepła.

OBLICZENIA zapotrzebowania na energię oraz sprawności systemu

W różnych systemach c.w.u. zużycie energii na przygotowanie ciepłej wody będzie różne. Sposób wykonania obliczeń zapotrzebowania na energię można wykonać zgodnie ze wzorem (według projektu rozporządzenia w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku [3]):

$$Q = \frac{V \cdot q \cdot c_w \cdot \Delta t}{\eta} \cdot 10^6 \text{ [MJ/a]} \quad (1)$$

Partnerzy cyklu

„Energooszczędność w budownictwie”:



gdzie:

V – roczne zużycie wody [m^3/a],

q – gęstość wody [kg/m^3],

c_w – ciepło właściwe wody [$kJ/kg K$],

Δt – różnica między temperaturą c.w.u. i temperaturą wody zimnej [K],

η – sprawność systemu przygotowania wody.

Sprawność systemu przygotowania c.w.u. opisana jest wzorem:

$$\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_m \quad (2),$$

gdzie:

η_w – sprawność wytwarzania,

η_p – sprawność przesyłu ciepła, określa straty ciepła w systemie rurociągów rozdzielczych, obejmuje straty na cyrkulacji,

η_m – sprawność magazynowania.

Sprawność systemów przygotowania c.w.u. w budynkach mieszkalnych zasilanych z różnych źródeł energii podano w tabelach 3, 4, 5, 6 i 7.

SPOSOBY racjonalnego ograniczania zużycia energii na potrzeby c.w.u.

Aby ograniczyć zużycie energii koniecznej do produkcji ciepłej wody o wymaganych parametrach, należy wprowadzić rozwiązania mające na celu:

- zmniejszenie zużycia wody [4],
- zwiększenie sprawności systemu przygotowania c.w.u. [4],
- wykorzystanie energii słonecznej.

Zmniejszenie zużycia wody

Aby zmniejszyć zużycie wody, należy zadbać o poprawną cyrkulację w instalacji c.w.u. Wymaga to zastosowania pompy cyrkulacyjnej z regulowaną prędkością obrotową i wyłącznikiem czasowym oraz termostatycznych ograniczników cyrkulacji montowanych na przewodach cyrkulacyjnych pod pionami. Zapewniają one dynamiczne równoważenie przepływów w instalacji cyrkulacyjnej c.w.u., a tym samym utrzymanie stałej temperatury w pionie cyrkulacyjnym oraz stabilizację jej strumienia. Dzięki temu uzyskuje się oszczędności ciepła, a dostawa ciepłej wody jest natychmiastowa.

Ograniczenie zużycia ciepłej wody użytkowej uzyskuje się również dzięki zainstalowaniu wodomierzy lub ciepłomierzy, dzięki zastosowaniu regulatorów ciśnienia na przyłączach wodociągowych w celu dostosowania ciśnienia wody do wymaganego (zmniejszenia poboru wody oraz strat spowodowanych przeciekami) oraz zastosowaniu armatury wodooszczędnej w punktach poboru c.w.u. (baterie termostatyczne, perlatory itp.).

Tabela 3. Sprawność instalacji c.w.u. oraz zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględnienia oraz z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego w domach jednorodzinnych zasilanych z różnych źródeł energii

System przygotowania c.w.u.		Sprawność				Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu [GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. z uwzględnieniem sprawności systemu [GJ/rok]
		η_w	η_p	η_m	$\eta_{c.w.u.}$		
Indywidualne przygotowanie c.w.u., domy jednorodzinne	Elektryczny podgrzewacz przepływowy w miejscu poboru	100%	100%	100%	100%	26,00	26,00
	Elektryczny podgrzewacz zasobnikowy w miejscu poboru	93%	90%	90%	75%	26,00	34,51
	Gazowy podgrzewacz przepływowy bez cyrkulacji	86%	80%	100%	69%	26,00	37,79
	Gazowy podgrzewacz zasobnikowy	86%	85%	80%	58%	26,00	44,46

Tabela 4. Sprawność instalacji c.w.u. oraz zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględnienia oraz z uwzględnieniem sprawności systemu w małych domach wielorodzinnych (10 mieszkań) z instalacją c.w.u. bez izolacji termicznej, zasilanych z różnych źródeł energii

System przygotowania c.w.u.		Sprawność				Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu [GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. z uwzględnieniem sprawności systemu [GJ/rok]
		η_w	η_p	η_m	$\eta_{c.w.u.}$		
Centralne przygotowanie c.w.u., z cyrkulacją, instalacje do 30 punktów, piony niez izolowane (10 mieszkań)	Kotłownia gazowa kondensacyjna	92%	70%	90%	58%	50,40	86,96
	Kotłownia olejowa	86%	70%	90%	54%	50,40	93,02
	Węzeł cieplny	100%	70%	90%	63%	50,40	80,00
	Nowoczesna kotłownia węglowa	80%	70%	90%	50%	50,40	100,00
	Nowoczesna kotłownia na biomasę	75%	70%	90%	47%	50,40	106,67

Tabela 5. Sprawność instalacji c.w.u. oraz zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględnienia oraz z uwzględnieniem sprawności systemu w małych domach wielorodzinnych (10 mieszkań) z instalacją c.w.u. izolowaną termicznie, zasilanych z różnych źródeł energii

System przygotowania c.w.u.		Sprawność				Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu [GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. z uwzględnieniem sprawności systemu [GJ/rok]
		η_w	η_p	η_m	$\eta_{c.w.u.}$		
Centralne przygotowanie c.w.u., z cyrkulacją, instalacje do 30 punktów, piony izolowane (10 mieszkań)	Kotłownia gazowa kondensacyjna	92%	80%	90%	66%	50,40	76,09
	Kotłownia olejowa	86%	80%	90%	62%	50,40	81,40
	Węzeł cieplny	100%	80%	90%	72%	50,40	70,00
	Nowoczesna kotłownia węglowa	80%	80%	90%	58%	50,40	87,50
	Nowoczesna kotłownia na biomasę	75%	80%	90%	54%	50,40	93,33

Tabela 6. Sprawność instalacji c.w.u. oraz zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględnienia oraz z uwzględnieniem sprawności systemu w średnich domach wielorodzinnych (90 mieszkań) z instalacją c.w.u. izolowaną termicznie, zasilanych z różnych źródeł energii

System przygotowania c.w.u.		Sprawność				Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu [GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. z uwzględnieniem sprawności systemu [GJ/rok]
		η_w	η_p	η_m	$\eta_{c.w.u.}$		
Centralne przygotowanie c.w.u., z cyrkulacją, instalacje do 30-100 punktów, pionowo izolowane (90 mieszkań)	Kotłownia gazowa kondensacyjna	92%	70%	85%	55%	151,00	275,85
	Kotłownia olejowa	86%	70%	85%	51%	151,00	295,09
	Węzeł cieplny	100%	70%	85%	60%	151,00	253,78
	Nowoczesna kotłownia węglowa	80%	70%	85%	48%	151,00	317,23
	Nowoczesna kotłownia na biomase	75%	70%	85%	45%	151,00	338,38

Tabela 7. Sprawność instalacji c.w.u. oraz zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględnienia oraz z uwzględnieniem sprawności systemu w małych domach wielorodzinnych (10 mieszkań) z instalacją c.w.u. izolowaną termicznie, zasilanych z różnych źródeł energii

System przygotowania c.w.u.		Sprawność				Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu [GJ/rok]	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. z uwzględnieniem sprawności systemu [GJ/rok]
		η_w	η_p	η_m	$\eta_{c.w.u.}$		
Centralne przygotowanie c.w.u., z cyrkulacją, instalacje powyżej 100 punktów, pionowo izolowane (300 mieszkań)	Kotłownia gazowa kondensacyjna	92%	60%	80%	44%	504,00	1141,30
	Kotłownia olejowa	86%	60%	80%	41%	504,00	1220,93
	Węzeł cieplny	100%	60%	80%	48%	504,00	1050,00
	Nowoczesna kotłownia węglowa	80%	60%	80%	38%	504,00	1312,50
	Nowoczesna kotłownia na biomase	75%	60%	80%	36%	504,00	1400,00

Zwiększenie sprawności systemu przygotowania c.w.u.

Poprawę sprawności systemu przygotowania c.w.u. można uzyskać dzięki usprawnieniu systemu podgrzewania i rozdziału c.w.u. Dobre efekty przynosi:

- zwiększenie sprawności źródła ciepła,
- zastosowanie układu automatycznej regulacji temperatury wody oraz pomp obiegowych i cyrkulacyjnych,
- regulacja hydrauliczna systemu rozdziału i cyrkulacji wody,
- zastosowanie pomp cyrkulacyjnych z regulowaną prędkością obrotową wirnika i wyłącznikiem czasowym,
- skrócenie czasu pracy pomp,
- zmniejszenie strat ciepła w systemie przesyłania c.w.u. (dzięki właściwej izola-

cji cieplnej przewodów, armatury i wymienników ciepła).

Takie rozwiązania powinny być stosowane we wszystkich nowo projektowanych budynkach.

Zdarza się, że zwiększenie sprawności systemu przygotowania c.w.u. wymaga zmiany systemu z centralnego na indywidualny. Podjęcie takiej decyzji powinno jednak zależeć od wyników analizy opłacalności ekonomicznej proponowanych rozwiązań.

Zastosowanie kolektorów słonecznych

Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło z tradycyjnych źródeł energii jest możliwe dzięki zastosowaniu kolektorów słonecznych lub fotowoltaicznych. Stosowanie kolektorów wpływa tym samym na



W dniach 4–8 listopada 2008 r. we Wrocławiu odbędą się **VII Europejskie Dni Oszczędzania Energii** poświęcone energooszczędnemu budownictwu, na których specjaliści z Polski i Europy dzielić się będą swoim doświadczeniem i wiedzą w tym zakresie. Organizatorem tego przedsięwzięcia jest Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska, Stowarzyszenie na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju, Biuro Projektowe M.&L.Lipińscy, Lipińscy Domy.

Tematyka:
Panel 1. Energie odnawialne w budownictwie
Panel 2. Jakość energetyczna budynków: certyfikacja energetyczna i audyt energetyczny w budownictwie
Panel 3. Nowoczesna architektura: budownictwo zrównoważone, ekologiczne, energooszczędne, architektura słoneczna
Panel 4. Mikroklimat pomieszczeń: oświetlenie, jakość powietrza
Panel 5. II Akademia Energooszczędności, Dom energooszczędny w praktyce
Panel 6. V Międzynarodowe Dni Domów Pasywnych (zwiedzanie pokazowego domu pasywnego – Lipińscy DP1 w Smolcu, pierwszego w Polsce certyfikowanego przez Instytut Budynków Pasywnych w Darmstadt)

Zapraszamy wszystkich zainteresowanych: architektów, konstruktorów, instalatorów oraz inwestorów – deweloperów, przedstawicieli samorządów

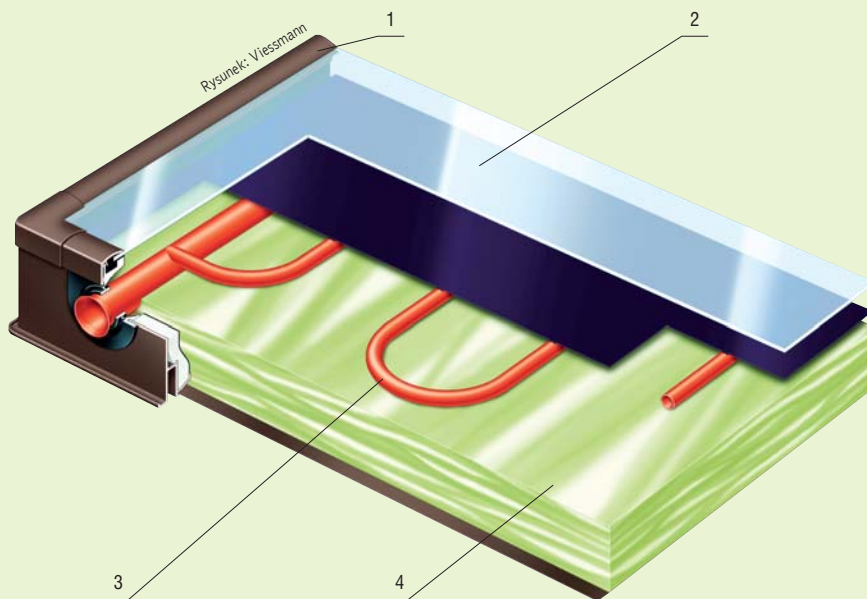
Informacje:
Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska
ul. Pełczyńska 11
51-180 Wrocław
tel./fax: (0-71) 326 13 22, 326 13 43
e-mail: cieplej@cieplej.pl

VII Europejskie Dni Oszczędzania Energii – V Międzynarodowe Dni Otwar-te Domów Pasywnych

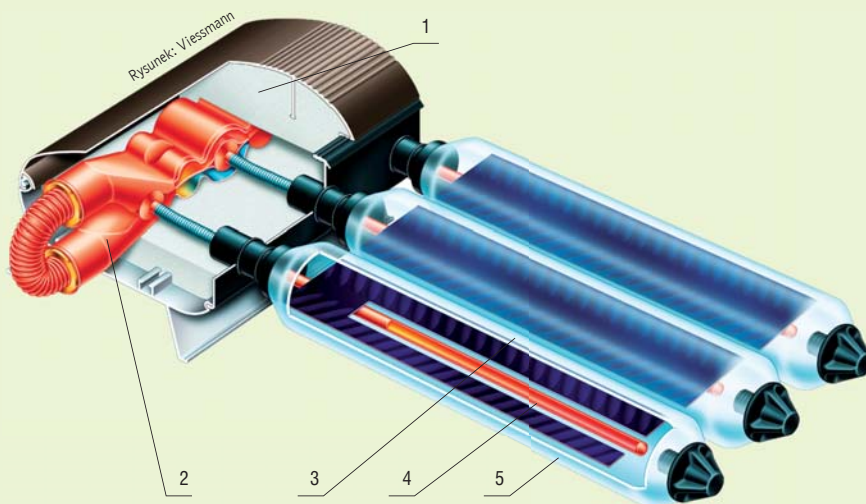
Patronat medialny:



MIESIĘCZNIK INFORMACYJNO-TECHNICZNY



Rys. 1. Budowa kolektora płaskiego: 1 – rama gięta z profilu aluminiowego, 2 – pokrycie ze szkła specjalnego, 3 – meandrowy absorber miedziany, 4 – izolacja cieplna



Rys. 2. Budowa kolektora próżniowego: 1 – izolacja cieplna, 2 – dwururowy wymiennik ciepła ze zintegrowanym zabezpieczeniem przed przegrzaniem, 3 – absorber, 4 – rura cieplna, 5 – szkło niskożelazowe

zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska – wykorzystanie energii promieniowania słonecznego nie powoduje żadnych szkodliwych emisji do otoczenia. Kolektory słoneczne mogą dostarczać energii potrzebnej do przygotowania ciepłej wody użytkowej, a także podgrzewania wody w basenach oraz służyć do wspomagania centralnego ogrzewania.

Do podstawowych typów kolektorów słonecznych należą **płaskie kolektory cieczowe** (rys. 1). Zalecane są do stosowania w niskotemperaturowych systemach działających sezonowo, tj. przy niewielkich obciążeniach grzewczych występujących w porze letniej. Sprawność takich kolektorów jest niewielka. Podstawową ich zaletą jest niski koszt.

Dostępne są również kolektory z selektywnymi pokryciami absorberów, które umożliwiają lepsze pochłanianie energii promieniowania słonecznego przy znacznym ograniczeniu strat na drodze emisji.

Kolektory próżniowe (rys. 2), o aktualnie najwyższej sprawności, stosowane są, gdy konieczne jest zapewnienie wyższej temperatury czynnika grzewczego. Pracują względnie wydajnie nawet w gorszych warunkach nasłonecznienia.

Kolektory słoneczne można montować na elementach zewnętrznych budynku – na dachach i ścianach zewnętrznych. Wymogiem jest zapewnienie odpowiedniej wytrzymałości elementów nośnych przegród, do których będą mocowane. Problem ten występuje właściwie tylko przy kolektorach

płaskich. Kolektory próżniowe charakteryzują się tak niewielkim ciężarem, że praktycznie nie wymagają wzmocnienia konstrukcji.

Zastosowanie kolektorów słonecznych umożliwia zmniejszenie produkcji energii na potrzeby c.w.u., a czasami również na c.o. Ich użycie pozwala pokryć nawet 100% zapotrzebowania na ciepło w budynku. Koszty takiej inwestycji są jednak tak ogromne, że trudno jest komukolwiek je polecać. Rozwiązania uzasadnione ekonomicznie pozwalają obniżyć zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania wody użytkowej do poziomu 50–65% w skali roku, a latem nawet do 100%. Jest to możliwe przy zastosowaniu kolektorów próżniowych.

Koszt kompleksowej instalacji grzewczej z płaskimi kolektorami cieczowymi dla domku jednorodzinnego (rodzina 4–5-osobowa), pakiet, w skład którego oprócz kolektorów o pow. 6 m² wchodzi zbiornik magazynujący o objętości 300 l, oprzyrządowanie z automatyką (w zależności od typu kolektora i producenta), waha się w granicach od 10 000 zł do 14 000 zł netto; w odniesieniu do 1 m² kolektora płaskiego wynosi od 1700 zł do 2200 zł netto.

Koszt kompleksowej instalacji grzewczej (kolektory, zbiorniki, oprzyrządowanie, automatyka) dla dużego obiektu, np. budynku wielorodzinnego, obiektu użyteczności publicznej w odniesieniu do 1 m² kolektora płaskiego wynosi od 1500 do 2000 zł/m² powierzchni kolektora netto. Przy kolektorze próżniowym koszt instalacji można określić na podstawie ceny 1 m² powierzchni kolektora próżniowego, którą należy przyjmować w przedziale od 2000 do 2500 zł/m² netto.

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 r. nr 75, poz. 690, zm.: DzU z 2003 r. nr 33, poz. 270 oraz z 2004 r. nr 109, poz. 1156).
2. Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (DzUrz WE L 1 z 04.01.2003 r., s. 65–71).
3. Projekt rozporządzenia Ministra Infrastruktury z maja 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.
4. „Katalog usprawnień termomodernizacyjnych”, Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA, Warszawa 2001 r.