

UKŁADY INSTALACJI DO ODZYSKIWANIA CIEPŁA W UZDROWISKACH

W aspekcie ochrony środowiska naturalnego w uzdrowiskach zwrócono uwagę na realną, w warunkach krajowych i ekonomicznie uzasadnioną celowość wykorzystania ciepła wód zużytych, zwłaszcza przy zastosowaniu pompy ciepłej. Poza zmniejszeniem skażenia powietrza atmosferycznego w wyniku ograniczenia emisji zanieczyszczeń z kotłowni uzyskuje się także bardzo korzystne dla odbiorców ścieków obniżenie temperatury wód zrzutowych.

W uzdrowiskach zużywana jest duża ilość ciepła wytwarzanego w kotłowniach własnych. Kotłownie te często są wyposażone w kotły o grawitacyjnym ciągu spalania, nie mogą być zatem wyposażone w urządzenia odpylające. Małe wysokości kominów nie zapewniają ponadto odpowiedniego stopnia rozproszenia zanieczyszczeń. Dodatkowo stan zanieczyszczenia powietrza jest pogarszany niską jakością spalanego paliwa, złym stanem technicznym kotłów oraz częstym ich przeciążaniem skutkiem nierównomiernego rozkładu zużycia ciepła. Czynniki powyższe powodują, że stan higieniczny powietrza w uzdrowiskach jest daleki od dopuszczalnego [1].

W uzdrowiskach, w których nie przewiduje się zmian technicznych w kotłowniach, zmniejszenie stopnia zanieczyszczenia środowiska uzyskać można przez racjonalną gospodarkę ciepłą, a w szczególności przez zmniejszenie zużycia paliwa oraz spalanie opału jakościowo dobrego. Zasadniczym czynnikiem wpływającym na zmniejszenie zużycia paliwa jest ekonomiczne jego spalanie. Zazwyczaj ekonomiczne spalanie uzyskuje się w warunkach niepełnego obciążenia cieplnego kotła w zakresie najwyższej jego sprawności występującej w zakresie 0,3—0,6 wydajności nominalnej kotła.

Zmniejszenie obciążenia cieplnego istniejących kotłowni wpłynie zatem w znacznym stopniu na sprawność cieplną systemu zasilania ciepłego w uzdrowisku.

Efektem zmiany obciążenia cieplnego, poza wymiernymi korzyściami ekonomicznymi, będzie zmniejszenie ilości zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery.

Możliwości zmian obciążeń cieplnych kotłowni

Obciążenie cieplne kotłów grzejnych zależy od rozbioru ciepła przez obiekty uzdrowiska. Stąd też w czasie pierwszej zmiany pracy kotłowni, urządzenia kotłowe są nadmiernie przeciążone odbiorem ciepła (przeznaczonego na cele techniczne, do podgrzewania ciepłej wody, urządzeń

pralniczych, kuchennych itp.), a w czasie drugiej zmiany pracy kotłowni, obciążenie cieplne spada do 1/4 wartości poprzedniej [2].

Nieodzownym warunkiem ekonomicznej eksploatacji kotłowni jest zmniejszenie obciążenia cieplnego kotłów grzejnych w czasie ich pracy na pierwszej zmianie obsługi kotłowni. W uzdrowiskach istnieją warunki do zapewnienia równomiernego odbioru ciepła z kotłowni, gdyż ciepło przeznaczone na cele technologiczne zakładu przyrodoleczniczego może być akumulowane w wodzie przeznaczonej na zabiegi lecznicze.

Wpływ akumulacji energii cieplnej na gospodarkę energetyczną zakładu przyrodoleczniczego, zużywającego znacznych ilości ciepła na cele technologiczne omówiono w publikacji [2]. Zmniejszenie obciążenia cieplnego kotłów grzejnych jest również możliwe przez obniżenie zapotrzebowania cieplnego pobieranego z kotłowni, połączone ze stosowaniem skojarzonej gospodarki cieplnej w obiektach uzdrowiskowych. Wykorzystując wtórnie ciepło zawarte w wodach pozabiegowych i poprodukcyjnych lub stosując pomocnicze źródła ciepła, zmniejszyć można obciążenie cieplne kotłowni o 20—40%. Możliwości wykorzystania ciepła odpadowego z wód zużytych z zastosowaniem tradycyjnych form wymiany ciepła (wymenników) podano w publikacjach [3, 4, 5], a pomocniczego źródła ciepła (promieniowanie słoneczne) w publikacji [6]. Największe możliwości zmniejszenia obciążenia cieplnego kotłowni zapewniają układy instalacji do wtórnego wykorzystania ciepła zawartego w wodach zużytych (pozabiegowych) i na te zagadnienia należy zwrócić szczególną uwagę.

Wtórne wykorzystanie energii cieplnej w uzdrowiskach

Do obiektów uzdrowiskowych o największym zużyciu energii należą: rozlewnie wód mineralnych, zakłady przyrodolecznicze (wskaźnik ok. 60 000 kJ/kurac. i dobę), sanatoria (30 000—40 000 kJ/kurac. i dobę oraz pralnie (15 000 kJ/

/kurac. i dobę). Możliwość wtórnego wykorzystania wody i energii cieplnej w rozlewniach wód mineralnych będą omówione w oddzielnej publikacji, opracowanej na podstawie badań autorów [7].

Sanatoria w obecnych warunkach (wentylacja grawitacyjna, kanalizacja bez możliwości oddzielenia zużytej wody) nie mają warunków do stosowania odzysku ciepła. Duże możliwości wykorzystania ciepła z wód zużytych występują w zakładzie przyrodoleczniczym oraz w pralni uzdrowskiej. W obiektach tych zużywa się bowiem znaczne ilości wody, którą można wstępnie podgrzewać, schładzając wody zużyte. Udział procentowy tej energii cieplnej możliwej do wykorzystania zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

UDZIAŁ PROCENTOWY ENERGII CIEPLNEJ NADAJĄCEJ SIĘ DO WTÓRNEGO WYKORZYSTANIA Z WÓD ZUŻYTYCH

Udział procentowy	Pralnia uzdrowskowa	Zakład przyrodoleczniczy
Teoretycznie możliwy	90 — 95	80
Praktycznie możliwy:		
— w układzie tradycyjnym	ok. 50	ok. 40
— w układzie wielostopniowym	75 — 80	ok. 70
Orientacyjne wskaźniki odzyskiwanego ciepła (w układzie tradycyjnym) kJ/kurac. i dobę	3650	5500 — 6000

Układy instalacji do wtórnego wykorzystania ciepła

Rozróżnia się dwa systemy układów instalacji do wtórnego wykorzystania ciepła zawartego w wodach zużytych:

- układy tradycyjne, zazwyczaj jednostopniowe, wykorzystujące do wymiany ciepła wymienniki przeponowe,
- układy wielostopniowe, wykorzystujące do wymiany ciepła różne formy przetworników.

Tradycyjne układy instalacji do wtórnego wykorzystania ciepła z wód zużytych przedstawiono w publikacjach [3, 4, 5].

Poniżej omówione zostaną natomiast układy wielostopniowe, które zapewniają wyższe efekty cieplne i ekonomiczne.

Stosowanie wielostopniowej, skojarzonej gospodarki cieplnej, uwzględniającej wtórne wykorzystanie energii cieplnej, jest obecnie szeroko propagowane w literaturze fachowej. W niedostatecznym stopniu natomiast zwraca się uwagę na celowość wykorzystania źródła ciepła odpadowego, jakimi są wody pochłódnicze, pozabiegowe itp.

Z zestawienia orientacyjnych temperatur źródeł ciepła odpadowego podanych w tabeli 2 wynika, że źródła te mają dostatecznie wysoki ładunek energetyczny (cieplny).

Rozwiązań technicznych instalacji do wtórnego wykorzystania ciepła odpadowego może być bardzo dużo, dlatego w niniejszym opracowaniu

ograniczono się do rozwiązań, w których może być zastosowana pompa cieplna jako jeden z elementów układu.

Tabela 2

ORIENTACYJNE TEMPERATURY ŹRÓDEŁ CIEPŁA ODPADOWEGO I ODBIORNIKÓW CIEPŁA

Źródła ciepła	Temp. °C	Odbiorniki ciepła	Temp. °C
A) ŹRÓDŁA PODSTAWOWE			
Wody pochłódnicze	25—45	Woda technologiczna	25—60
Wody pozabiegowe z zakładów przyrodoleczniczych, łaźni	25—35	Woda basenowa	22—28
Ścieki technologiczne przemysłowe	25—60	Ciepła woda użytkowa	40—60
Ścieki pralnicze	45—60	Woda do ogrzewania: sufitowego	60
Wody odpływowe z basenów	20—25	podłogowego	35—45
Opary technologiczne	30—100	Powietrze wentylacyjne	16—20
Powietrze technologiczne	20—60	Powietrze technologiczne	20—60
Powietrze wentylacyjne	20—30		
B) ŹRÓDŁA UZUPEŁNIAJĄCE			
Wody powierzchniowe	4—20		
Wody głębinowe	8—12		
Powietrze zewnętrzne	> 4		
Zemia	> 4		

Instalacje do wtórnego wykorzystania ciepła z pompą cieplną

Kryzys paliwowo-energetyczny w świecie spowodował wzrost zainteresowania układami skojarzonej gospodarki cieplnej w obiektach. Jednym z elementów tych układów, jest pompa cieplna, wykorzystująca ciepło z niskiego poziomu energetycznego, np. z wody ogrzewanej energią słoneczną, z wody odpadowej wstępnie schładzanej wymiennikiem przeponowym itp. Wobec możliwości zastosowania pompy cieplnej, składającej się z elementów produkcji krajowej [8], celowe jest przeprowadzenie analizy do jakich celów w uzdrowskach można byłoby ją zastosować. W ocenie celowości zastosowania pompy cieplnej kierować się należy współczynnikiem wydajności grzejnej φ , który jest miarą sprawności cieplnej urządzenia odniesioną do mocy zużytej. Największy współczynnik wydajności grzejnej ma obieg Carnota i wynosi on

$$\varphi_c = \frac{T}{T - T_0} \quad (1)$$

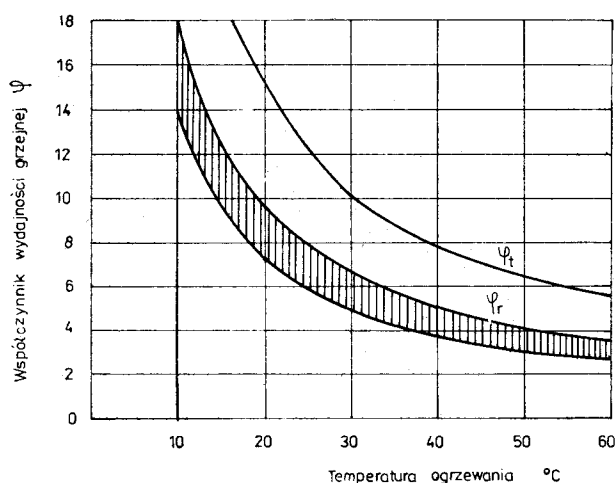
gdzie:

T — temperatura skraplania, w układzie, K
T₀ — temperatura parowania w układzie, K.

Ze wzoru powyższego wynika, że współczynnik wydajności grzejnej jest zależny od różnicy temperatur występującej między skraplaniem i parowaniem czynnika obiegowego. Im mniejsza jest ta różnica, tym korzystniejsza jest praca pompy cieplnej.

Rzeczywista wydajność urządzenia skutkiem strat cieplnych mechanicznych i elektrycznych, jest niższa od wydajności teoretycznej.

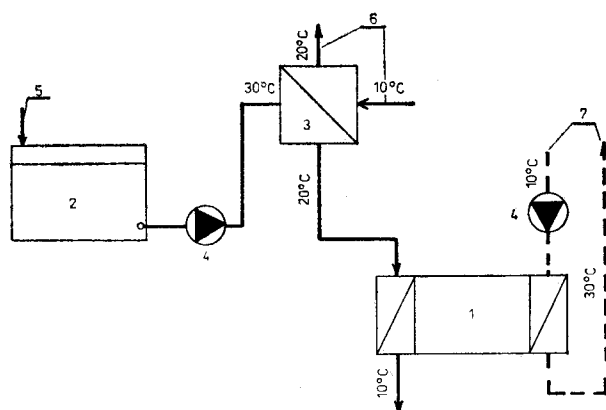
Zależność współczynnika wydajności grzejnej φ , od temperatury ogrzewania, podano wg [9] na rys. 1.



Rys. 1 Zależność współczynnika wydajności grzejnej ψ od temperatury ogrzewania, ψ_t — współczynnik wydajności grzejnej obiegu Carnota, ψ_r — współczynnik dla rzeczywistego obiegu pompy ciepłej.

Z rozważań powyższych wynika, że stosowanie pompy ciepłej jest ekonomicznie uzasadnione w przypadku występowania małej różnicy temperatur między skraplaczem a parownikiem. Poziom temperatury odniesienia nie ma tu natomiast zasadniczego znaczenia.

Korzystne zatem będzie zastosowanie układu dwustopniowego schładzania wody zużytej podanego na rys. 2. W układzie tym do pierwszego stopnia schładzania jest wykorzystany przeponowy wymiennik ciepła, drugim jest pompa ciepła podgrzewająca wodę dla basenu kąpielowego.



Rys. 2 Schemat układu instalacji do uzyskiwania ciepła z wód zużytych z dwustopniowym ich schładzaniem. 1 — pompa ciepła, 2 — zbiornik wody zużytej, 3 — wymiennik przeponowy, 4 — pompy obiegowe, 5 — wody zużyte, 6 — woda gospodarcza lub technologiczna, 7 — woda świeża dla basenu kąpielowego.

Przewidując podgrzewanie wody świeżej zasilającej basen kąpielowy z 10 do 30°C, dla temperatury w skraplaczu 35°C (308 K) i parowniku 5°C (278 K) otrzymamy wartości współczynników wydajności grzejnej

$$\varphi_c = \frac{308}{308-278} = 10,27$$

a z wykresem (rys. 1)

$$\varphi_r = 5-7$$

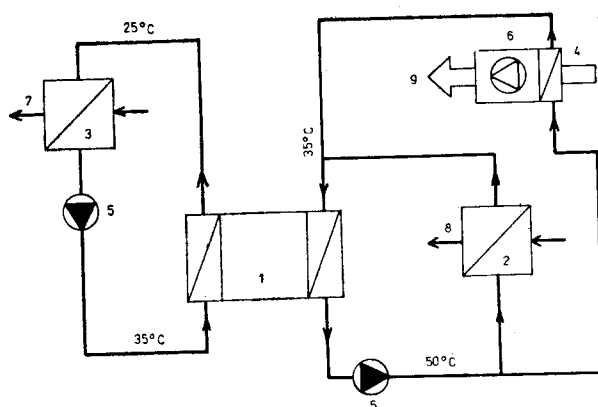
Zapotrzebowanie mocy do napędu pompy ciepłej w basenie o wymiarach 15×25 (głęb. 0,9/1,6 m) przy zapotrzebowaniu cieplnym basenu określonym na ok. 100 kW wyniesie:

$$N = \frac{100}{5-7} = 20-14,3 \text{ kW}$$

Uzyskuje się zatem korzyści ekonomicznie wymierne przy niewielkim zapotrzebowaniu energii elektrycznej do napędu pompy ciepłej. Proponuje się również jednostopniowy układ schładzania wód zużytych z wykorzystaniem pompy ciepłej pokazany na rys. 3. Może on być stosowany w tych przypadkach, gdy wody zużyte mają wysoki poziom energetyczny, od którego odnoszona jest praca pompy ciepłej. W podanym na rysunku przypadku (dla temperatury parownika ok. 20°C i skraplacza ok. 55°C) uzyska się wartość współczynnika wydajności grzejnej $\varphi_c = 9,37$ i $\varphi_r = \text{ok. } 5$.

Również i w tym przypadku jest opłacalne stosowanie pompy ciepłej.

Poza korzyściami wynikającymi ze zmniejszenia zanieczyszczeń środowiska naturalnego i zdrowiska (mniejsze zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego, niższe temperatury wód



Rys. 3 Schemat układu instalacji do odzyskiwania ciepła z wód zużytych przeznaczonego na cele ciepłej wody i wentylacji. 1 — pompa ciepła, 2 — wymiennik ciepłej wody użytkowej, 3 — wymiennik ścieków technologicznych, 4 — nagrzewnica powietrza, 5 — pompy obiegowe, 6 — wentylator, 7 — ścieki technologiczne, 8 — ciepła woda użytkowa, 9 — powietrze wentylacji nawiewnej.

zużytych odprowadzanych do odbiorców ścieków) układy instalacji do wtórnego wykorzystania ciepła zawartego w wodach wykazują wysokie efekty ekonomiczne.

Ocenia się, że zwrot poniesionych nakładów finansowych na instalację nie przekracza 2,5 roku dla układów tradycyjnych i 1,5 roku dla układów wielostopniowych.

LITERATURA

1. T. GÓRA: Ocena stanu higienicznego powietrza w uzdrowiskach. Zjednoczenie „Uzdrowiska Polskie” Warszawa 1977.
2. E. NOWAKOWSKI: Niektóre problemy energetyczne w uzdrowiskach. Problemy Uzdrowiskowe 6/8 — 1976.
3. E. NOWAKOWSKI: Wtórne wykorzystanie ciepła z wód zużytych w zakładach przyrodolecznictwa. Uzdrowiskowy Przegląd Informacyjny 5/1973.
4. J. ANTONOWICZ, E. NOWAKOWSKI: Wykorzystanie ciepła odpadowego z wód pozabiegowych w zakładach przyrodolecznictwa. GWiTS 9/1979.
5. J. ANTONOWICZ, E. NOWAKOWSKI: Inżynierska Ochrona Środowiska w Zespole Uzdrowisk Kłodzkich. Etap III. Opracowanie metod wykorzystania ciepła zawartego w wodach mineralnych pozabiegowych. Uzdrowiskowy Przegląd Informacyjny 1/2 — 1980.
6. J. ANTONOWICZ, E. NOWAKOWSKI, S. PO-SMYK: Energia promieniowania słonecznego źródłem rezerw energetycznych. Ochrona Środowiska Tom I/V/ Informator Dolnośląskiego Oddziału PZiTS Wrocław 1980.
7. J. ANTONOWICZ, E. NOWAKOWSKI: Wykorzystanie wody i ciepła odpadowego w rozlewniach wód mineralnych. Raport serii i sprawozdania nr 25/80 Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980.
8. M. KARWAT: Pompa ciepła z krajowych elementów. Materiały konferencyjne „Klimapol 78” PZiTS Warszawa 1978.
9. RECKNAGEL-SPRENGER: Ogrzewanie i Wentylacja. Poradnik Arkady, Warszawa 1976.

mgr inż. Halina Florczyk

inż. Janusz Wójcik

inż. Ewa Romankiewicz

Zakład Badania Jakości Zasobów Wodnych
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Oddział we Wrocławiu

OCENA WPŁYWU WÓD POFLOTACYJNYCH ODPROWADZANYCH ZE ZBIORNIKA „GILÓW” I „ŻELAZNY MOST” NA JAKOŚĆ WÓD RZEKI ODRY

Praca omawia wyniki badań kontrolnych nad oddziaływaniem wód nadosadowych, odprowadzanych ze zbiorników „Gilów” i „Żelazny Most” do wód rzeki Odry w rejonie m. Głogowa, w okresie od 23.06—31.12.1978 r. Dokonana ocena wykazuje nieznaczny wpływ wód zrzutowych, który przy towarzyszących w analizowanym okresie warunkach hydrologicznych uwiódł się głównie wzrostem wskaźników zasolenia w wodach lewostronnej strugi na odcinku ok. 2,0 km [3].

Wydział Rolnictwa, Leśnictwa i Skupu — Urzędu Wojewódzkiego w Legnicy, w wyniku starań Kombinatoru Górniczo-Hutniczego Miedzi w Lubinie, wydał w dniu 25 kwietnia 1978 r. zezwolenie na jednorazowe odprowadzenie do rzeki Odry 8,5 mln m³ wód nadosadowych zretencjonowanych w zbiornikach „Gilów” i „Żelazny Most” [5].

Konieczność odprowadzenia wód nadosadowych do rzeki Odry wynikała z powodu nieprzewidywanego, nadmiernego nagromadzenia się wód nadosadowych, co spowodowało zakłócenia w prawidłowej i bezpiecznej eksploatacji zbiorników oraz utrudniało kontynuowanie robót inwestycyjnych dla kolejnych etapów realizacji zbiornika „Żelazny Most” [2].

Pozwolenie wodno-prawne dopuszczało odprowadzanie nadmiaru wód nadosadowych przez okres niewykraczający ponad 200 dni i nie dłużej niż do końca 1979 roku. Według zezwolenia zrzut wód nadosadowych powinien być prowa-

dzony bezpośrednio do nurtu rzeki, przy s'achach wody w Odrze w profilu wodowskazowym Głogów nie niższych niż 210 cm, a natężenie odpływu wód nadosadowych nie powinno przekraczać 0,5 m³/s.

Zgodnie z założeniami pozwolenia skład wód nadosadowych powinien odpowiadać następującym wymaganiom:

związki rozpuszcz.	—	poniżej 17000 mg/dm ³
chlorki	—	poniżej 6500 mg/dm ³
siarczany	—	poniżej 3000 mg/dm ³
suma met. ciężk.	—	poniżej 1,0 mg/dm ³

Mając na uwadze fakt, że na wysokości zrzutu wód nadosadowych znajduje się ujęcie wody infiltracyjnej „Odrzycko” dla m. Głogowa oraz, że zrzut ten odbywać się będzie na odcinku rzeki zaliczonej do I klasy czystości wód — władze wodne Urzędu Wojewódzkiego w Legnicy udzieliły powyższego pozwolenia stawiając dodatkowo następujące warunki: