

**Piotr P. Małeki**

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

## **OPŁACALNOŚĆ ZASTOSOWANIA POMP CIEPLNYCH DO CELÓW GRZEWCZYCH W PORÓWNANIU Z METODAMI TRADYCYJNYMI**

### **1. Wstęp**

Wytwarzanie energii i gospodarowanie nią w warunkach zrównoważonego rozwoju narzuca konieczność odkrywania coraz to nowych źródeł energii i technicznych metod ich wykorzystania. Jedną z nich jest odzysk ciepła występującego w zasobach naturalnych – powietrzu, wodzie i ziemi, będący jedną z form energii odnawialnej. Wykorzystanie takiej energii stało się możliwe dzięki postępowi techniki.

Obecnie dostępne są już powszechnie pompy ciepła, których zastosowanie stwarza techniczne możliwości do zaspokajania w pełni potrzeb człowieka w zakresie ogrzewania mieszkań i wytwarzania ciepłej wody do celów sanitarnych. Pompy ciepłe, jako alternatywa tradycyjnych źródeł wytwarzania energii cieplnej w postaci kotłów opalanych różnymi rodzajami paliwa (węgiel kamienny, gaz ziemny, olej opałowy, drewno) czy urządzeń elektrycznych, były dotąd w małym stopniu wykorzystywane – głównie ze względu na wysokie koszty inwestycyjne. W ostatnim jednak czasie ich cena zaczęła spadać, a efektywność techniczna – rosnąć, co spowodowało wzrost zainteresowania klientów.

Przedsiębiorcy zajmujący się handlem, instalacją i serwisem pomp ciepła zachęcają budujących domy do ich zakupu, podając bardzo wiele przemawiających za tym argumentów. Niewątpliwie część z nich to typowe chwyt marketingowe. Niemniej jednak wiele przytaczanych argumentów jest uzasadnionych – jak choćby ochrona środowiska, co w dobie wyraźnie rosnącej świadomości ekologicznej społeczeństwa nie jest bez znaczenia. Dlatego też zrodził się pomysł przeprowadzenia rzetelnej kalkulacji opłacalności zastosowania pomp ciepłych do ogrzewania domów i wytwarzania ciepłej wody do celów sanitarnych, z uwzględnieniem oddziaływania na środowisko. W artykule tym dokonano porównania kosztów inwestycyjnych i eks-

ploatacyjnych, a także środowiskowych pompy ciepłej i kotła opalanego gazem ziemnym (obu wraz z pełną instalacją c.o. i c.w.u.) – najbardziej popularnej w ostatnim czasie formy wytwarzania energii ciepłej do celów domowych.

## 2. Zasada działania pompy ciepła

Pompa ciepła zamienia za pomocą energii elektrycznej niskotemperaturową energię cieplną rozproszoną w środowisku, w postaci ciepła słonecznego zmagazynowanego w gruncie, wodzie i powietrzu, na użytkową energię cieplną. Umożliwia to ogrzewanie, produkcję ciepłej wody użytkowej, a także klimatyzowanie pomieszczeń. Proces przemiany energii, który dokonuje się dzięki pompie ciepła, jest tani i efektywny. Kosztem eksploatacyjnym jest w tym przypadku jedynie pobór energii elektrycznej, ale stanowi to zaledwie około 25% wytworzonej energii ciepłej. Pompa ciepła działa praktycznie w każdej temperaturze występującej w naszej strefie klimatycznej, choć przy większych mrozach wzrasta naturalnie wyraźnie pobór energii elektrycznej.

Działanie pompy ciepłej polega na pobieraniu ciepła zawartego w otoczeniu (powietrzu, wodzie, ziemi) i przekazywaniu go do wewnątrz budynku. Pompa składa się z trzech podstawowych części: skraplacza (po stronie odbioru ciepła), parownika (po stronie źródła ciepła) oraz sprężarki. Czynnik roboczy – w postaci cieczy o określonych właściwościach, w tym bardzo niskiej temperaturze wrzenia – wskutek wymuszonych znacznych zmian ciśnienia i objętości uzyskuje wysoką temperaturę, którą przekazuje do wewnątrz. Możliwe jest to dzięki pracy sprężarki zasilanej energią elektryczną.

Cykl poboru i odbioru ciepła jest następujący. Czynnik roboczy paruje, pobierając jednocześnie ciepło ze źródła ciepła. Potem jest sprężany, co powoduje wzrost jego temperatury, a następnie rozprężany i skraplany, czemu towarzyszy obniżenie temperatury. Ochładzając się, czynnik roboczy oddaje ciepło do wnętrza budynku. Po przekazaniu ciepła i osiągnięciu niskiej temperatury trafia ponownie do parownika, gdzie znów ogrzewa się i paruje. Cykl ten powtarza się wielokrotnie [2].

## 3. Metoda oceny opłacalności zastosowania pompy ciepła do celów grzewczych

Przedmiotem analizy jest ocena opłacalności zastosowania do ogrzewania domu i produkcji ciepłej wody użytkowej dwóch różnych źródeł ciepła i wskazania wariantu ekonomicznie korzystniejszego. Dokona się porównania typowej formy ogrzewania w postaci kotła gazowego oraz pompy ciepłej pobierającej ciepło z powietrza<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Oprócz pompy pobierającej ciepło z powietrza, występują także pompy wykorzystujące ciepło zawarte w wodzie lub ziemi. Charakteryzują się one wyższymi kosztami inwestycyjnymi przy niższych kosztach eksploatacyjnych.

W klasycznym ujęciu – przy przeprowadzaniu oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia inwestycyjnego – dokonuje się analizy porównawczej szeroko rozumianych nakładów i efektów. Przedsięwzięcie uważa się za opłacalne, gdy – w wyniku jego realizacji – uzyska się nadwyżkę efektów nad nakładami, a więc dodatnią wartość efektów netto. W omawianym przypadku porównanie takie nie ma uzasadnienia, gdyż nie uzyska się w żadnym razie dodatnich efektów netto, co jest warunkiem uznania przedsięwzięcia za uzasadnione z ekonomicznego punktu widzenia. Istnieje jedynie możliwość przeprowadzenia względnej oceny opłacalności, a więc wskazania na wariant bardziej pożądany z punktu widzenia poniesionych kosztów. Dobrym narzędziem do tego służącym jest metoda efektywności kosztowej (minimalizacji kosztów).

Polega ona – najogólniej mówiąc – na odniesieniu szeroko rozumianych nakładów do uzyskanych efektów. Do nakładów takich zalicza się zaangażowane środki finansowe w postaci jednorazowych kosztów inwestycyjnych oraz kosztów eksploatacyjnych, ponoszonych w sposób ciągły od chwili oddania do użytku obiektu będącego przedmiotem przedsięwzięcia inwestycyjnego. Natomiast efekty wyrażone są w różnych jednostkach naturalnych, takich jak kg, m<sup>3</sup>, km, kWh, J itd.

W określaniu wielkości efektów użytkowych wyrażonych w jednostkach naturalnych – uzyskiwanych w różnych okresach – pojawia się dylemat dotyczący zasadności czy wręcz dopuszczalności stosowania techniki dyskonta do określania przyszłych efektów. Z jednej bowiem strony, przy przyjętym często w kalkulacji długim okresie eksploatacji obiektu będącego przedmiotem przedsięwzięcia, wielkości efektów użytkowych – wyrażonych w jednostkach naturalnych – niewątpliwie różnią się od siebie wyraźnie w odległych okresach. Z drugiej strony natomiast ocena zmniejszania się, zgodnie z upływem czasu, wartości użytkowej efektu wyrażonego w jednostkach naturalnych analogicznie do efektów wyrażonych w pieniądzu, może być dyskusyjna<sup>2</sup>.

Metoda minimalizacji kosztów pozwala dokonać wyboru spośród dostępnych wariantów przedsięwzięcia. Kryterium decyzyjne stanowi tu wskaźnik efektywności kosztowej, opisany następującą formułą ogólną:

$$\frac{I + C}{EU},$$

gdzie:  $I$  – koszty inwestycyjne,  
 $C$  – koszty eksploatacyjne,  
 $EU$  – efekt użytkowy (w jednostkach naturalnych).

---

<sup>2</sup> Autor tego artykułu skłania się ku zastosowaniu techniki dyskonta do określania wielkości efektów użytkowych wyrażonych w jednostkach naturalnych.

Obliczona wielkość wskaźnika efektywności kosztowej określa ekonomiczną efektywność wyłożonych środków finansowych z punktu widzenia uzyskanego efektu rzeczowego. Wskaźnik ten powinien przybierać jak najmniejszą wartość, z czego wynika, że im niższy jest stosunek wartości nakładów do wielkości efektów, tym bardziej efektywna kosztowo jest inwestycja. Jego wielkość jest naturalnie ściśle uzależniona od – przyjętego do obliczeń – okresu eksploatacji urządzeń (obiektów) będących przedmiotem przedsięwzięcia. Im dłuższy jest ten okres, tym mniejszą wartość przybiera wskaźnik – bardziej pożądaną, ponieważ efekty wynikłe z jednorazowo poniesionych nakładów rozkładają się na dłuższy czas.

Na potrzeby zagadnienia będącego przedmiotem niniejszego artykułu proponuje się poszerzyć zaprezentowaną formułę o koszty środowiskowe. W wyniku eksploatacji systemów grzewczych następuje bowiem emisja zanieczyszczeń do środowiska, która powoduje określone straty ekologiczne. Wykorzystany do obliczeń efektywności kosztowej instalacji grzewczej w domku jednorodzinny wskaźnik może mieć następującą postać:

$$EK_D = \frac{\sum_{t=0}^n (I_t + C_t + EC_t) * k_t}{\sum_{t=1}^n EU_t * k_t},$$

gdzie:  $EK_D$  – wskaźnik efektywności kosztowej z dyskontem efektów użytkowych,  
 $EC$  – koszty środowiskowe,  
 $n$  – okres budowy i eksploatacji.

#### **4. Obliczanie wskaźników efektywności kosztowej dla instalacji grzewczej do domu jednorodzinnego w postaci pompy ciepła typu „powietrze-woda” i kotła gazowego kondensacyjnego**

Przed przystąpieniem do oceny opłacalności obu badanych form wytwarzania energii do celów grzewczych w domu jednorodzinny konieczne było uzyskanie konkretnych wielkości liczbowych i przyjęcie określonych założeń. Do analizy przyjęto typowy dom o powierzchni 150-200 m<sup>2</sup>. Analizą porównawczą objęto urządzenia grzewcze w postaci pompy ciepła typu „powietrze-woda” (pobierającej ciepło z powietrza) oraz kotła gazowego kondensacyjnego wiszącego. W skład powyższych urządzeń wchodzi również: zasobnik c.w.u., oprzyrządowanie (i materiały montażowe), pełna instalacja c.o. w postaci grzejników radiatorowych (w przypadku kotła gazowego) oraz ogrzewania podłogowego (w przypadku pom-

py ciepła)<sup>3</sup>. Ponadto instalacja na bazie kotła wymaga dodatkowo komin z blachy kwasoodpornej oraz przyłącza i instalacji gazowej. W skład kosztów eksploatacyjnych wchodzi: zużycie energii – w przypadku pompy ciepła, oraz zużycie gazu ziemnego – w przypadku kotła. Ponadto w odniesieniu do obu urządzeń występują koszty serwisu i konserwacji.

Obliczeń wskaźników efektywności kosztowej dokonano na podstawie następujących założeń:

- 1) przyjęty okres realizacji inwestycji wynosi rok (a właściwie okres między końcem a początkiem sezonu grzewczego),
- 2) okres eksploatacji obu analizowanych urządzeń grzewczych wynosi 15 lat,
- 3) stopa dyskontowa została przyjęta w typowej wysokości 8%,
- 4) w dziesiątym roku okresu eksploatacji nastąpi wymiana niektórych zużytych części urządzeń.

Najpierw określono wielkości kosztów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych w rozbiciu na konkretne pozycje. Przedstawia to tab. 1.

Tabela 1. Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne dla instalacji grzewczej do domu jednorodzinnego o powierzchni 150-200 m<sup>2</sup> w postaci pompy ciepła typu „powietrze-woda” i kotła gazowego kondensacyjnego

Wyszczególnienie	Kocioł	Pompa
Koszty inwestycyjne razem:	36 500 <sup>a)</sup> (43 500) <sup>b)</sup>	47 000
kocioł, zasobnik c.w.u., oprzyrządowanie	11 000	–
pompa, zasobnik c.w.u., oprzyrządowanie	–	19 000
wkład kominowy kwasoodporny	2 000	–
przyłącze gazu (wraz z projektem technicznym i uzgodnieniami)	3 000 <sup>a)</sup> (10 000) <sup>b)</sup>	–
instalacja c.o.	12 000	18 000
usługa (montaż z materiałami montażowymi, uruchomienie)	7 500	9 000
wymiana zużytych części (w 10. roku okresu eksploatacji)	1 000	1 000
Roczne koszty eksploatacyjne razem:	3 050	2 650
zużycie gazu	2 850	–
zużycie energii elektrycznej	–	2 400
serwis i konserwacja	200	250

<sup>a)</sup> W przypadku gdy sieć gazowa znajduje się w niewielkiej odległości od granic działki, tj. 10-15 m.

<sup>b)</sup> W przypadku gdy sieć gazowa znajduje się w znacznej odległości od granic działki, tj. 150-200 m.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z firmy WOMAR Sp. z o.o. w Krakowie [3].

Spalanie gazu ziemnego w kotle gazowym kondensacyjnym o mocy około 20 kW w kotłowni domowej powoduje stosunkowo niewielką emisję do powietrza. Jej

<sup>3</sup> W tym wypadku możliwe jest również zastosowanie grzejników radiatorowych o większych gabarytach, ale ogrzewanie podłogowe jest rozwiązaniem lepszym, jeśli się bierze pod uwagę działanie pompy.

wielkości w ujęciu rocznym w odniesieniu podstawowych substancji zanieczyszczających przedstawiono w tab. 2. Natomiast instalacja grzewcza na bazie pompy ciepła charakteryzuje się niewystępowaniem bezpośredniej emisji polutantów do powietrza, która to emisja powoduje określone koszty środowiskowe. Dlatego też zostały one ujęte w końcowej kalkulacji tylko w odniesieniu do kotła gazowego.

Koszty środowiskowe wynikłe z bezpośredniej emisji podstawowych substancji lotnych pochodzących ze spalania gazu ziemnego w omawianej kotłowni gazowej w typowym domu jednorodzinnym oszacowano na poziomie 102-1312 zł/rok. Obliczeń dokonano na podstawie danych zawartych w artykule A. Frońskiego [1]. Szacunki tego typu są bardzo trudne do przeprowadzenia, a ich wyniki należy traktować z dużym przybliżeniem. Dlatego też w niniejszym artykule przyjęto do dalszych obliczeń średnią wartość podanych wielkości, czyli 707 zł/rok.

Tabela 2. Wielkości emisji do powietrza podstawowych zanieczyszczających substancji lotnych ze spalania gazu ziemnego w kotłowni domowej o mocy około 20 kW (w kg/rok)

Substancja	Wielkość	Substancja	Wielkość	Substancja	Wielkość	Substancja	Wielkość
SO <sub>2</sub>	0,036	CO <sub>2</sub>	3938,4	NO <sub>x</sub>	0,6912	CO	0,36

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1].

W końcowej kalkulacji pominięto straty ekologiczne w postaci emisji pośredniej, która jest efektem całego cyklu wytwarzania gazu ziemnego (spalanie w kotle) oraz energii elektrycznej (zuywanej przez pompę ciepła). Podobnie nie uwzględniono w kalkulacji kosztów środowiskowych wynikłych z konieczności unieszkodliwiania wyeksploatowanych urządzeń. Dotyczy to w szczególności czynnika roboczego w pompie ciepła, którego szkodliwość dla środowiska jest stosunkowo duża. Określenie wszystkich tych kosztów środowiskowych wymagałoby bowiem bardzo obszernych i pracochłonnych badań.

Podstawowym celem niniejszego artykułu było porównanie, z punktu widzenia efektywności ekonomicznej, zastosowania do celów grzewczych w typowym domku jednorodzinnym kotła gazowego i pompy ciepła. Przeprowadzone obliczenia nie pozwoliły w jednoznaczny sposób wskazać rozwiązania bardziej opłacalnego, co wynika z różnych uwarunkowań. Przede wszystkim zależy to od odległości budowanego domu od istniejącej sieci gazowej. W przypadku gdy sieć ta znajduje się w niewielkiej odległości – rzędu kilkunastu metrów – pełny koszt podłączenia gazu (projektu technicznego, uzgodnień, rur gazowych, przyłącza) może wynieść jedynie około 3000 zł. Tak jest często wtedy, gdy budowane jest osiedle domków mieszkalnych. W wypadku domów wolno stojących, niekiedy oddalonych od sieci gazowej o 150-200 m, koszt ten może wzrosnąć nawet do 10 000 zł (por. tab. 1).

Wobec tych uwarunkowań postanowiono dokonać obliczeń wskaźników efektywności kosztowej dla instalacji grzewczej opartej na gazowym kotle kon-

densacyjnym w dwu wariantach, w przeciwieństwie do instalacji na bazie pompy ciepła, gdzie odległość od sieci gazowej nie ma oczywiście żadnego znaczenia. Pierwszy wariant odnosi się do sytuacji, gdy dom znajduje się w stosunkowo niewielkiej odległości (10-15 m) od sieci. W wariacie drugim natomiast przyjęto odległość od sieci gazowej 150-200 m. Przebieg i wyniki obliczeń zaprezentowano w tab. 3-5.

Tabela 3. Obliczanie wskaźnika efektywności kosztowej (z dyskontem efektów użytkowych) dla instalacji grzewczej w oparciu o pompę ciepła dla domu jednorodzinnego o powierzchni 150-200 m<sup>2</sup>

Rok	Koszty inwestycyjne	Koszty eksploatacyjne	Koszty środowiskowe	Efekty użytkowe	Współczynnik dyskontowy (stopa dyskontowa 8%)	Zdyskontowane koszty inwestycyjne	Zdyskontowane koszty eksploatacyjne	Zdyskontowane koszty środowiskowe	Zdyskontowane efekty użytkowe
0	47 000				1	47 000			
1		2 650	0	20 000	0,926	0	2 454	0	18 520
2		2 650	0	20 000	0,857	0	2 271	0	17 140
3		2 650	0	20 000	0,794	0	2 104	0	15 880
4		2 650	0	20 000	0,735	0	1 948	0	14 700
5		2 650	0	20 000	0,681	0	1 805	0	13 620
6		2 650	0	20 000	0,630	0	1 670	0	12 600
7		2 650	0	20 000	0,583	0	1 545	0	11 660
8		2 650	0	20 000	0,540	0	1 431	0	10 800
9		2 650	0	20 000	0,500	0	1 325	0	10 000
10	1 000	2 650	0	20 000	0,463	463	1 227	0	9 260
11		2 650	0	20 000	0,429	0	1 137	0	8 580
12		2 650	0	20 000	0,397	0	1 052	0	7 940
13		2 650	0	20 000	0,368	0	975	0	7 360
14		2 650	0	20 000	0,340	0	901	0	6 800
15		2 650	0	20 000	0,315	0	835	0	6 300
Razem						47 463	22 679	0	171 160
<b>Wskaźnik efektywności kosztowej (z dyskontem efektów użytkowych)</b>									<b>0,4098</b>

Źródło: opracowanie własne.

Warto dodać, że pompa ciepła daje też, przy stosunkowo niewielkich dodatkowych kosztach, możliwości w postaci wykorzystania jej w okresie letnim jako klimatyzacji. Nie każdy jednak budujący dom decyduje się na wyposażenie go w to komfortowe urządzenie, dlatego ewentualnej korzyści z tego tytułu nie ujęto w ostatecznej kalkulacji. Ponadto inwestor decydujący się na zakup i montaż instalacji

cji grzewczej opartej na pompie ciepła może ubiegać się o preferencyjny (nisko oprocentowany) kredyt na inwestycje proekologiczne, a nawet – w niektórych jednostkach samorządowych – o dotację<sup>4</sup>.

Tabela 4. Obliczanie wskaźnika efektywności kosztowej (z dyskontem efektów użytkowych) dla instalacji grzewczej w oparciu o kocioł gazowy kondensacyjny dla domu jednorodzinny o powierzchni 150-200 m<sup>2</sup> – wariant I (dla niewielkiej odległości od sieci gazowej)

Rok	Koszty inwestycyjne	Koszty eksploatacyjne	Koszty środowiskowe	Efekty użytkowe	Współczynnik dyskontowy (stopa dyskontowa 8%)	Zdyskontowane koszty inwestycyjne	Zdyskontowane koszty eksploatacyjne	Zdyskontowane koszty środowiskowe	Zdyskontowane efekty użytkowe
0	36 500				1	36 500			
1		3 050	707	20 000	0,926	0	2 824	655	18 520
2		3 050	707	20 000	0,857	0	2 614	606	17 140
3		3 050	707	20 000	0,794	0	2 422	561	15 880
4		3 050	707	20 000	0,735	0	2 242	520	14 700
5		3 050	707	20 000	0,681	0	2 077	481	13 620
6		3 050	707	20 000	0,630	0	1 922	445	12 600
7		3 050	707	20 000	0,583	0	1 778	412	11 660
8		3 050	707	20 000	0,540	0	1 647	382	10 800
9		3 050	707	20 000	0,500	0	1 525	353	10 000
10	1 000	3 050	707	20 000	0,463	463	1 412	327	9 260
11		3 050	707	20 000	0,429	0	1 308	303	8 580
12		3 050	707	20 000	0,397	0	1 211	281	7 940
13		3 050	707	20 000	0,368	0	1 122	260	7 360
14		3 050	707	20 000	0,340	0	1 037	240	6 800
15		3 050	707	20 000	0,315	0	961	223	6 300
Razem						36 963	26 102	6 050	171 160
<b>Wskaźnik efektywności kosztowej (z dyskontem efektów użytkowych)</b>									<b>0,4038</b>

Źródło: opracowanie własne.

Obliczone wskaźniki efektywności kosztowej określają koszt uzyskania efektu użytkowego w postaci wytworzenia jednostki energii (kWh). W przypadku instalacji grzewczej opartej na pompie ciepła wskaźnik ten wynosi 0,4098 zł/kWh, natomiast dla instalacji na bazie kotła gazowego – 0,4038 zł/kWh w wariantie pierwszym, oraz 0,4447 zł/kWh – w wariantie drugim. Widać więc wyraźnie, że w sytuacji,

<sup>4</sup> Przykładowo w Krakowie dotacja z gminnego funduszu ochrony środowiska na przedsięwzięcia służące wytwarzaniu energii ze źródeł odnawialnych – w tym także z zastosowaniem pomp ciepła – może wynieść 40% kosztów inwestycyjnych.



Tabela 5. Obliczanie wskaźnika efektywności kosztowej (z dyskontem efektów użytkowych) dla instalacji grzewczej w oparciu o kocioł gazowy kondensacyjny dla domu jednorodzinnego o powierzchni 150-200 m<sup>2</sup> – wariant II (dla znacznej odległości od sieci gazowej)

Rok	Koszty inwestycyjne	Koszty eksploatacyjne	Koszty środowiskowe	Efekty użytkowe	Współczynnik dyskontowy (stopa dyskontowa 8%)	Zdyskontowane koszty inwestycyjne	Zdyskontowane koszty eksploatacyjne	Zdyskontowane koszty środowiskowe	Zdyskontowane efekty użytkowe
0	43 500				1	43 500			
1		3 050	707	20 000	0,926	0	2 824	655	18 520
2		3 050	707	20 000	0,857	0	2 614	606	17 140
3		3 050	707	20 000	0,794	0	2 422	561	15 880
4		3 050	707	20 000	0,735	0	2 242	520	14 700
5		3 050	707	20 000	0,681	0	2 077	481	13 620
6		3 050	707	20 000	0,630	0	1 922	445	12 600
7		3 050	707	20 000	0,583	0	1 778	412	11 660
8		3 050	707	20 000	0,540	0	1 647	382	10 800
9		3 050	707	20 000	0,500	0	1 525	353	10 000
10	1 000	3 050	707	20 000	0,463	463	1 412	327	9 260
11		3 050	707	20 000	0,429	0	1 308	303	8 580
12		3 050	707	20 000	0,397	0	1 211	281	7 940
13		3 050	707	20 000	0,368	0	1 122	260	7 360
14		3 050	707	20 000	0,340	0	1 037	240	6 800
15		3 050	707	20 000	0,315	0	961	223	6 300
Razem						43 963	26 102	6 050	171 160
<b>Wskaźnik efektywności kosztowej (z dyskontem efektów użytkowych)</b>									<b>0,4447</b>

Źródło: opracowanie własne.

gdy sieć gazowa znajduje się w niewielkiej odległości od domu (10-15 m), zastosowanie kotła gazowego jest bardziej uzasadnione. Natomiast w wypadku znacznego oddalenia domu od sieci gazowej (150-200 m) znacznie bardziej opłacalna jest instalacja grzewcza oparta na pompie ciepła.

## 5. Podsumowanie

Zastosowanie instalacji wytwarzających energię w oparciu o odnawialne źródła nie zawsze okazuje się uzasadnione z ekonomicznego punktu widzenia. Pokazuje to analiza opłacalności wykorzystania do celów grzewczych pomp ciepła omawianych w tym artykule. Przedstawione kalkulacje dowodzą, że instalacja grzewcza dla typowego domu jednorodzinnego, oparta na pompie pobierającej ciepło z powietrza, jest bardziej opłacalna niż kocioł gazowy jedynie w określonych uwarun-

kowaniach. Wynika to ze stosunkowo wysokich kosztów inwestycyjnych pomp ciepła, jakkolwiek postęp techniczny przyczynia się konsekwentnie do ich obniżania. Dlatego też wciąż zasadne są pewne formy wsparcia finansowego przedsięwzięć wykorzystujących odnawialne źródła energii.

## Literatura

- [1] Froński A., *Obciążenie środowiska przyrodniczego w cyklu gazowym związanym z elektrowniami i elektrociepłowniami małej i średniej mocy*, Instytut Górnictwa Naftowego i Gazownictwa, [http://manhaz.cyf.gov.pl/manhaz/strona\\_konferencja\\_EAE-2001/8.pdf](http://manhaz.cyf.gov.pl/manhaz/strona_konferencja_EAE-2001/8.pdf) (15.06.2008).
- [2] Strona internetowa czasopisma „Ekopartner”, [www.ekopartner.com.pl/rozne/solis.pdf](http://www.ekopartner.com.pl/rozne/solis.pdf) (20.06.2008).
- [3] Strona internetowa firmy WOMAR Sp. z o.o. w Krakowie, [www.womar.com](http://www.womar.com) (12.06.2008).
- [4] Strona internetowa Urzędu Miasta Krakowa, [www.bip.krakow.pl](http://www.bip.krakow.pl).

## PROFITABILITY OF USING HEAT PUMPS FOR HEATING PURPOSES IN COMPARISON WITH TRADITIONAL METHODS

### Summary

The paper shows the attempt to assess the effectiveness of heat pump usage in a family house (area of 150-200 m<sup>2</sup>). The heat pump utilizes heat included in air and is one of the methods of sustainable energy utilization. There is relative assessment made by comparing heat pump in regard to cost effectiveness with another typical way of energy production – a gas fired boiler. The calculations that are made, covering also ecological costs, show that the heat system based on heat pump is more cost effective than the gas fired boiler only in case the gas grid is not close to a house. Cost effectiveness ratio, showing the cost of getting usable effect in form of energy unit production, in case of heating installation based on heat pump, equaled 0.4098 PLN/kilowatt-hour. At the same time the ratio for installation based on gas fired boiler amounted to 0.4038 PLN/kilowatt-hour in case of short distance of gas grid from a house (10-15 m) up to 0.4447 PLN/kilowatt-hour if the distance rose to 150-200 m.