

Andrzej Gajewski¹, Przemysław Szopa¹, Jacek Czerniak¹

EKONOMICZNE ASPEKTY WYKORZYSTANIA ENERGII POCHODZĄCEJ Z POMP CIEPŁA ORAZ PANELI SOLARNYCH

1. Wprowadzenie

Rozwój gospodarczy i technologiczny pociąga za sobą zwiększone zapotrzebowanie na energię. Konsekwencje tego stanu rzeczy mogą się okazać tragiczne dla przyszłych pokoleń poprzez wyczerpanie tradycyjnych paliw i wzrost efektu cieplarnianego [1, 2].

Obecnie kraje wysokorozwinięte szukają skutecznych mechanizmów ograniczających emisję szkodliwych gazów do atmosfery. Jednym z wielu szeroko propagowanych i jednocześnie dotowanych przez Unię Europejską alternatywnych źródeł energii są pompy ciepła oraz panele solarne, wykorzystujące konwersję fotowoltaiczną i fototermiczną. Aspekty ekonomiczne, w tym wspomniane liczne dotacje unijne, zachęcają do inwestycji w tego typu konwertery energii.

2. Pompy ciepła

Wzrost cen paliw skłania do poszukiwań tańszych i ekologicznych źródeł energii. Pompy ciepła należą do najsilniej rozwijających się technologii ostatnich lat. Zainteresowanie tym typem konwertera energii wzrosło nie tylko za sprawą ciągle rosnących cen ropy naftowej i gazu, lecz także z powodów politycznych. Kraje arabskie i kraje Azji w związku z eskalacją konfliktów etnicznych i religijnych stają się nieprzewidywalne jako dystrybutorzy surowców ropopochodnych. Dlatego też Unia Europejska w ostatnim dziesięcioleciu znacznie zwiększyła nakłady na badania, a tym samym poprawę technologii związanych z wykorzystaniem pomp ciepła jako źródeł energii. Dzięki temu obserwuje się wzrost liczby zainstalowanych pomp ciepła, za-

¹ Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie oraz Krakowska Szkoła Wyższa.

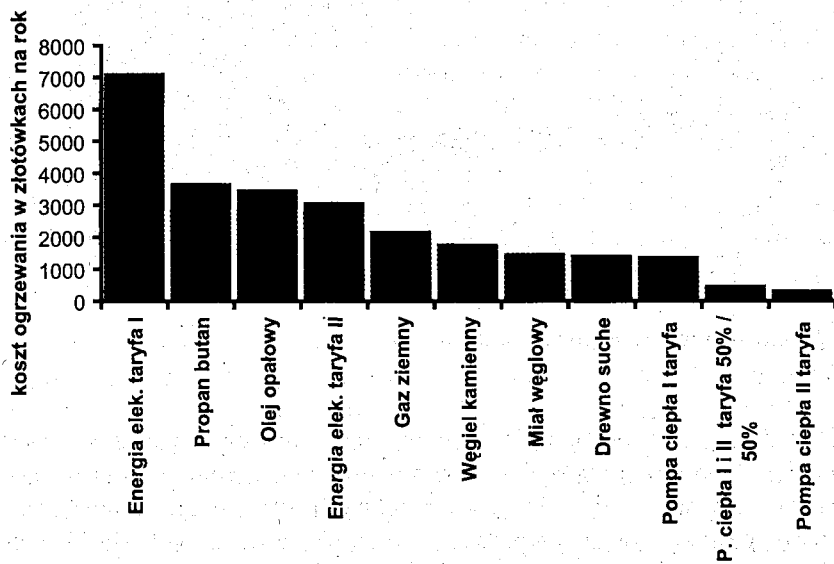
równy w skali przemysłowej, jak i w segmencie domów jednorodzinnych. Polska niestety w tej kwestii pozostaje daleko w tyle w stosunku do pozostałych, bardziej rozwiniętych członków UE. Powodem takiego stanu rzeczy jest przede wszystkim brak racjonalnych badań oraz opieranie się na nieprawdziwych bądź już nieaktualnych opiniach, dotyczących ceny zakupu, montażu czy eksploatacji tego typu źródeł energii. Często przytaczanym argumentem przeciwko instalowaniu pomp ciepła jest zbyt wysoka cena całego systemu grzewczego, częste awarie, krótka żywotność itp. Wszystkie tego typu argumenty przy obecnym stanie wiedzy należy uznać za znacznie przesadzone i nieadekwatne do rozwoju technologii wykonania tych urządzeń, widocznego w krajach Europy Zachodniej. Dzisiejsze pompy ciepła to urządzenia praktycznie bezawaryjne, których żywotność oceniana jest na co najmniej 25 do 30 lat, bez konieczności wykonywania generalnego remontu. Przy odpowiednio zaprojektowanej instalacji koszty zwracają się w ciągu kilku lat. Pompa ciepła to doskonała propozycja dla domów jednorodzinnych, będąca korzystną alternatywą dla innych tradycyjnych sposobów ich ogrzewania.

Dostępne obecnie na rynku urządzenia osiągają współczynnik efektywności (z ang. COP²) rzędu 4-6, co przekłada się bezpośrednio na ogromne oszczędności. Współczynnik efektywności to stosunek uzyskanej mocy grzewczej do pobranej mocy elektrycznej zasilającej sprężarki. Im wyższy współczynnik efektywności pompy, tym szybszy zwrot poniesionych nakładów inwestycyjnych. Ważną rolę w bilansie ekonomicznym w systemach korzystających z pomp ciepła odgrywają tzw. źródła dolne. Mogą one być budowane w czterech typach: jako układ dwie studnie, sonda pionowa, kolektor poziomy, układ powietrzny. Z punktu widzenia korzyści ekonomicznych układ wykorzystujący dwie studnie jest najbardziej opłacalny, jednakże nie zawsze istnieje możliwość usytuowania na działce dwóch studni w odpowiedniej odległości. Podobny problem występuje w przypadku kolektora poziomego, który wymaga wygospodarowania dużej powierzchni. Rozwiązaniem najbardziej kompromisowym pozostaje układ sondy pionowej, charakteryzujący się stałością temperatury gruntu w ciągu roku, co przekłada się bezpośrednio na współczynnik efektywności (COP) pompy ciepła. Największe zyski ekonomiczne otrzymuje się wówczas, gdy pompa ciepła zastępuje dotychczasowy system ogrzewania, oparty w całości na energii prądu elektrycznego. Dla porównania, grzejniki elektryczne, pobierając 1 kWh energii elektrycznej, dostarczają niemal tyle samo energii cieplnej, natomiast pompa ciepła o współczynniku COP = 5 z 1 kWh energii elektrycznej dostarcza ok. pięć razy więcej energii cieplnej. Nieco mniejsze korzyści uzyskamy, zastępując tradycyjny układ grzewczy oparty na gazie ziemnym czy węglu kamiennym, ale i w tym przypadku koszt ogrzewania typowego domu za pomocą pompy ciepła będzie mniejszy (rys. 1).

Powstaje więc pytanie, dlaczego tak znaczna część polskiego społeczeństwa nie zauważa wymiernych korzyści? Odpowiedzi należy szukać przede wszystkim w sytuacji materialnej większości Polaków, którzy nie mogą pozwolić sobie na sfinansowanie tak znacznej inwestycji (średnio dla domu o powierzchni 150 m² należy liczyć się z wydatkiem ok. 45 tys. zł) bez preferencyjnych kredytów, programów

² COP – Coefficient of Performance.

unijnych i rządowych. Pomoc taka jest w Polsce w dalszym ciągu na etapie rozwoju i należy dołożyć wszelkich starań, abyśmy w przyszłości nie pozostali jednym z niewielu krajów, które znacznie zanieczyszczają środowisko naturalne.

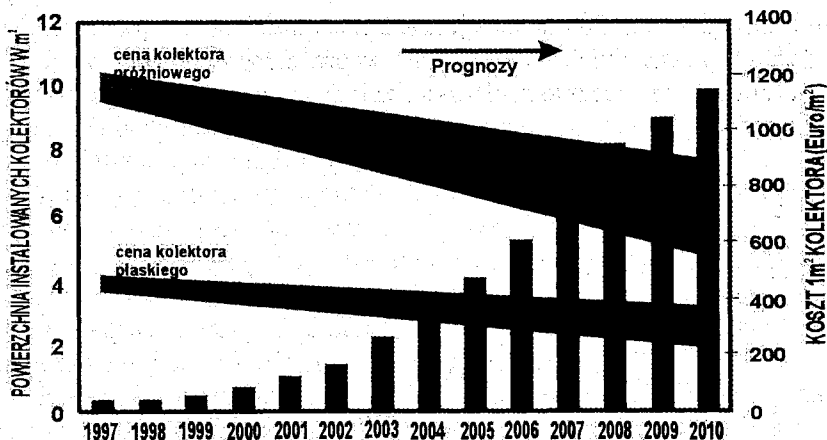


Rys. 1. Roczny koszt ogrzewania domu o powierzchni ok. 150 m²

Źródło: [3].

3. Konwersja fototermiczna

Zamiana energii promieniowania słonecznego na energię cieplną (konwersja fototermiczna) to jedna z najstarszych przemian i najczęściej wykorzystywanych w celu pozyskania odnawialnej energii cieplnej. Profesjonalne urządzenia wykorzystywane do tego typu konwersji noszą nazwę kolektorów, które można podzielić na dwie zasadnicze grupy: niskotemperaturowe (do ok. 110°C) i wysokotemperaturowe (do ok. 300°C). Idea nisko-, jak i wysokotemperaturowych kolektorów jest znana od wielu lat, co mogłoby wskazywać, że w tym zakresie trudno dopatrzeć się istotnego postępu. Z taką opinią nie można się zgodzić. Ostatnie lata to wzrost produkcji kolektorów słonecznych, wykonywanych przez najważniejszych zachodnich producentów, oraz obniżenie ich cen (rys. 2). Widoczna na wykresie tendencja wzrostowa liczby montowanych kolektorów wskazuje, że zainteresowanie tego typu urządzeniami stale rośnie.



Rys. 2. Powierzchnia instalowanych kolektorów

Źródło: [4].

Wyraźny postęp technologiczny w tej branży można wiązać z coraz szerszym stosowaniem tego typu urządzeń zarówno przez prywatnych inwestorów, jak i duże koncerny przemysłowe nie tylko jako odrębne źródła energii cieplnej, lecz także jako urządzenia wspomagające pracę pomp ciepła. W naszym kraju idea stosowania kolektorów słonecznych spotyka się jeszcze z dość dużą krytyką, szczególnie ze strony monopolistów energetycznych, którzy podają w wątpliwość ekonomiczną opłacalność wykorzystania energii słonecznej w naszych warunkach klimatycznych. Opinie te należy jednak zweryfikować z racji tego, że z roku na rok systemy solarne są coraz tańsze, liczba firm zajmujących się montażem znacznie wzrosła, przez co również spadły ceny montażu, co przyczyniło się bezpośrednio do przyspieszenia zwrotu poniesionych kosztów inwestycyjnych. Spadek cen to nie jedyny czynnik wpływający na opłacalność stosowania kolektorów słonecznych. Drugim bardzo ważnym argumentem jest ciągły wzrost sprawności konwersji słonecznej, sięgający obecnie nawet 90% dla nowych kolektorów próżniowych. Kolejnym czynnikiem, wpływającym na zwrot poniesionych nakładów, jest staranność wykonania montażu, co znacząco podwyższa sprawność całej instalacji. Obecnie na polskim rynku dominują dwa rodzaje kolektorów: płaski i wspomniany wcześniej próżniowy. Zalety ekologiczne obu są niepodważalne, jeśli weźmiemy pod uwagę choćby zmniejszenie emisji dwutlenku węgla w gospodarstwach, w których zastosowano kolektory słoneczne. Z punktu widzenia ekonomii inwestycje z zastosowaniem kolektorów budzą jeszcze wiele kontrowersji. Oba rodzaje kolektorów mają swoje wady i zalety, jednak dla każdego inwestora najważniejsza jak zawsze jest cena, a ta może w chwili obecnej zniechęcić do tego typu rozwiązań.

Aby w sposób optymalny zaprojektować system solarny z wykorzystaniem kolektorów słonecznych, projekt należy rozpocząć od oszacowania okresu, w jakim panele będą użytkowane, oraz tego, jak dużo ciepłej wody przewidujemy zużywać. Błędne jest szacowanie zużycia tylko i wyłącznie w oparciu o liczbę osób we wspólnym gospodarstwie domowym. W dzisiejszych czasach wiele domów jednorodzin-

nych jest zaopatrzonych w nowoczesne sprzęty gospodarstwa domowego, w których skład wchodzi zmywaki do naczyń oraz nowoczesne pralki automatyczne, wyposażone w przyłącza ciepłej wody, która z powodzeniem może być dostarczona poprzez układ solarny. Brak uwzględnienia powyższych odbiorników znacznie wydłuża okres zwrotu inwestycji w związku z niepełnym wykorzystaniem instalacji solarnej oraz sposobem ogrzewania wody w sprężenie AGD za pomocą prądu elektrycznego, który należy do najdroższych nośników energii. Drugim aspektem, który powinien być rozważony na etapie projektu, to okres, w którym panele słoneczne będą użytkowane. Okres letni (czerwiec-sierpień) i przejściowy (marzec-maj, wrzesień-październik) w stosowaniu płaskich paneli solarnych do produkcji ciepłej wody użytkowej będzie interesujący głównie dla właścicieli domów letniskowych intensywnie eksploatowanych w lecie, a niewykorzystywanych w zimie. Z tego względu płaskie kolektory słoneczne jako tańsze i bardzo sprawne w tym okresie wydają się wręcz idealne.

Przy całorocznej eksploatacji systemu solarnego odpowiedniejszy wydaje się kolektor próżniowy o większej sprawności lub najnowszy kolektor o handlowej nazwie Heatpipe, wykorzystujący parowanie freonu jako czynnika roboczego. Kolektory próżniowe zazwyczaj są ok. dwa razy droższe od kolektorów płaskich, co może istotnie wydłużyć zwrot całej inwestycji, nie należy jednak zapominać, że każda nowinka technologiczna z czasem staje się coraz bardziej dostępna i tańsza, a to może przełożyć się na szybsze zwroty kosztów inwestycji i coraz większą popularność takich instalacji w naszym kraju, podobnie jak ma to miejsce w Niemczech czy Austrii.

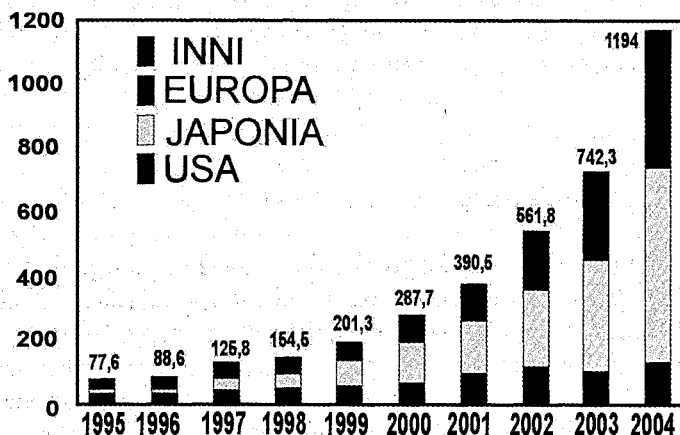
4. Konwersja fotowoltaiczna

Innym rodzajem zamiany energii promieniowania słonecznego na ekologicznie czystą energię, w tym przypadku elektryczną, jest konwersja fotowoltaiczna. Zasadniczo panele fotowoltaiczne można podzielić na trzy typy: monokrystaliczne, polikrystaliczne i amorficzne. Różnią się one między sobą nie tylko budową i technologią wykonania, ale przede wszystkim maksymalną osiąganą sprawnością, czasem eksploatacji i, co najważniejsze, ceną. Aspekty ekonomiczne, dotyczące stosowania ogniw solarnych, są w tej chwili jednym z najważniejszych kryteriów dotyczących zasadności stosowania układów fotowoltaicznych.

Baterie słoneczne są obecnie stosunkowo drogie, a ich sprawności w warunkach pracy rzeczywistej są nadal niewielkie. Problem opłacalności takich układów jest jednak bardzo złożony, co czyni go trudnym do rozwiązania i jednoznacznego oszacowania. Szacowanie zysków i strat należy podzielić na kilka przypadków, rozpatrywać warianty, w których układy fotowoltaiczne będą użyte. Należy sobie zdać sprawę z faktu, że bez energii elektrycznej w dzisiejszych czasach nie sposób funkcjonować. Wszystkie urządzenia gospodarstwa domowego, piece elektryczne, nawet piece gazowe do ogrzewania pomieszczeń, wykorzystują energię elektryczną, potrzebną też do zasilania wszechobecnej elektroniki. Montaż układów fotowoltaicznych dla małych gospodarstw domowych jeszcze kilka lat temu był mało opła-

calny, ponieważ czas zwrotu kosztów inwestycji był znaczny i niekiedy zrównywał się z czasem żywotności ogniw solarnych. Obecnie sytuacja ulega zmianie, nie tylko dzięki szeroko zakrojonej polityce „proekologicznej” krajów wysokorozwiniętych, w tym również krajów Unii Europejskiej, ale przede wszystkim dzięki stopniowym spadkom cen samych modułów oraz wprowadzeniu nowych technologii poprawiających ich sprawność.

Niemniej jednak w ostatnich latach porzucono trend mający na celu wyprodukowanie sprawniejszych energetycznie ogniw, co pociągało za sobą znaczne koszty produkcji (głównie za sprawą stosowania wysokogatunkowego krzemu), które generowały wysokie ceny tych produktów na rynku. Analitycy japońscy, badając rynek ogniw fotowoltaicznych, doszli do wniosku, że konsumenci chętniej kupują tańsze ogniwa, które charakteryzują się nieco gorszymi parametrami sprawnościowymi, ale mogą być z powodzeniem zastosowane jako alternatywne i opłacalne źródło energii. Innym sposobem poprawienia czasu zwrotu kosztów inwestycyjnych jest wykorzystanie ogniw fotowoltaicznych na wielką skalę przemysłową i budowa wielohektarowych elektrowni słonecznych. W tym przypadku, jako że są to z reguły inwestycje wielokbudżetowe, opłacalność tego typu urządzeń nie budzi zastrzeżeń, z racji ciągłego i niemal stuprocentowego wykorzystania mocy dostarczanej przez układy fotowoltaiczne.



Rys. 3. Światowa produkcja ogniw fotowoltaicznych w wybranych krajach na świecie
Źródło: [5].

Ważnym aspektem dotyczącym zwrotu kosztów inwestycji i opłacalności stosowania ogniw fotowoltaicznych jest również ich mobilność. Warto zwrócić uwagę, że niekiedy istotna jest nie tyle ekonomia zastosowania tego typu rozwiązań, ile wręcz konieczność. Wszystkie mobilne sprzęty turystyczne, takie jak łodzie czy przyczepy kempingowe, często są wyposażane w moduły fotowoltaiczne, co znacznie podnosi ich standard użytkowy, układ taki nie zajmuje dużo miejsca wewnątrz i ma stosunkowo małą masę, co w tego typu zastosowaniach ma niebagatelne znaczenie. Jednym z najbardziej interesujących argumentów przemawiających za ogni-

wami solarnymi jest chęć uniezależnienia się od dostawców energii elektrycznej. W tym przypadku inwestor rzadko liczy na szybki zwrot poniesionych nakładów, natomiast rekompensatą staje się całkowite wyeliminowanie zależności energetycznej.

Wykres przedstawiony na rys. 3 pokazuje wyraźnie, że kraje wysokorozwinięte zwiększają moce produkcyjne, co wiąże się niewątpliwie z coraz szerszym stosowaniem paneli fotowoltaicznych. Jak już wspomniano wcześniej, bez energii elektrycznej nigdy nie będzie możliwe korzystanie z dobrodziejstw cywilizacji (sprzęt AGD itd.), budowa dużych urządzeń prądotwórczych (wiatraki) to ogromne koszty, zbyt duże dla pojedynczych gospodarstw. Ponadto duże urządzenia prądotwórcze, takie jak wiatraki, wymagają odpowiednich pozwoleń i odpowiedniego miejsca oraz ukształtowania terenu. Panele fotowoltaiczne mogą być instalowane bez tego typu ograniczeń.

Widać więc wyraźnie, że aspekt ekonomiczny zależy głównie od tego, gdzie i w jakim zakresie energia konwersji fotowoltaicznej będzie używana. Jednoznaczne wypowiedzenie się pozytywne lub negatywne za tym typem energii odnawialnej powinno zostać poprzedzone pomiarami i staranną analizą. Niemniej jednak w okresie szybko zmieniającej się polityki światowej, zarówno w zakresie ekologii, jak i energetyki, w niedalekiej przyszłości ogniwa fotowoltaiczne z pewnością będą coraz szerzej wykorzystywane.

5. Podsumowanie

Konwersja fototermiczna i fotowoltaiczna oraz pompy ciepła są ciekawą i w najbliższym czasie nieuniknioną alternatywą dla konwencjonalnych źródeł energii. W związku z proekologicznym kierunkiem polityki UE oraz faktem, że surowce naturalne są wyczerpywalne, należy spodziewać się progresywnego rozwoju tego typu technologii. Niewykluczone, że względy ekonomiczne stosowania pomp ciepła, paneli fototermicznych, jak i fotowoltaicznych zostaną zepchnięte na drugi plan na rzecz zdrowia i globalnego polepszenia stanu środowiska naturalnego.

Bibliografia

1. R. Ulbrich, *Alternatywne źródła energii*, Opole 2000.
2. T. Rodacki, A. Kandyda, *Przetwarzanie energii w elektrowniach słonecznych*, Gliwice 2000.
3. www.dom4you.pl – listopad 2007.
4. H. Wolkenhauer [et al.], *Bewertungs- und Auswahlkriterien für Systeme der Solarunterstützten*, „Gebäudeklimatisierung” 2002, nr 2.
5. <http://www.pv.pl> – listopad 2007.