

WYKORZYSTANIE NIEKONWENCJONALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W BUDOWNICTWIE JEDNORODZINNYM

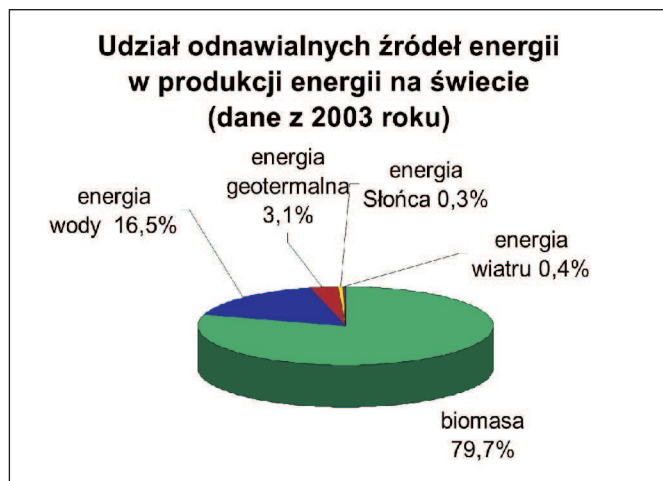
Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę możliwości dogrzewania budynków jednorodzinnych w aspekcie wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii. Przedmiotem badań terenowych były współczesne budynki mieszkalne zlokalizowane w różnych częściach naszego kraju, które poddane zostały teoretycznej analizie możliwości dogrzewania. Ilość energii wyprodukowanej przez zaprojektowaną instalację obliczono dzięki programom komputerowym: „Kolektorek v 1.0”, „wiatrak v 1.1”, „Akwadukt thermo”.

Wprowadzenie

O tym, że energia rządzi światem można się było przekonać w 1973 roku, kiedy to na skutek nałożonego embarga na dostawę ropy naftowej na kraje Europy Zachodniej i USA doszło do ogólnoświatowego kryzysu paliwowego. Kryzys ten pokazał jak ważne jest posiadanie stałego źródła energii, które nagle okazało się miernikiem potęgi państwa. Nauczone doświadczeniem państwa zaczęły dążyć do maksymalnego obniżenia energochłonności w każdej dziedzinie gospodarki. Rozpoczęto badania nad znalezieniem alternatywnych dla ropy naftowej źródeł energii, zaczęto stosować do wytwarzania prądu urządzenia napędzane wiatrem, energią słoneczną, geotermiczną oraz ruchem fal morskich.

Według raportu amerykańskiego Departamentu Energii, opublikowanego w 2005 r., do 2050 r. światowe zużycie energii podwoi się, a pod koniec tego stulecia wzrośnie trzykrotnie. Dlatego celowe jest odchodzenie od dotychczasowych źródeł energii i zastępowanie ich niekonwencjonalnymi [1]. Rys. 1 przedstawia strukturę wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii na świecie.



Rys. 1. Procentowy udział odnawialnych źródeł w produkcji energii [14]

Fig. 1. The percentage share of renewable energy sources in energy production [14]

Udział w bilansie energetycznym energii odnawialnej wynosi dla Polski tylko 3%, podczas gdy w krajach Europy Zachodniej sięga nawet kilkunastu % [10]. W niektórych miejscach naszego kraju energia odnawialna mogłaby zaspokoić nawet

100% potrzeb ogrzewania budynków jednorodzinnych. Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej, przyjęta przez Sejm w 2001 roku, zakłada 7,5% udział wszystkich odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym kraju. Według założeń tego dokumentu, w roku 2020 udział niekonwencjonalnych źródeł w energetyce ma wynosić 14% [11].

Metodyka i wyniki badań

Celem przeprowadzonych badań było dokonanie teoretycznej analizy możliwości dogrzewania istniejących budynków jednorodzinnych z wykorzystaniem niekonwencjonalnych źródeł ciepła, dla poprawienia ich komfortu termicznego, jak również oszczędność konwencjonalnych, wyczerpujących się źródeł energii. Do analizy wybranych zostało dziewięć budynków, będących typowymi przedstawicielami współczesnego budownictwa jednorodzinnego, znajdujących się w różnych regionach kraju.

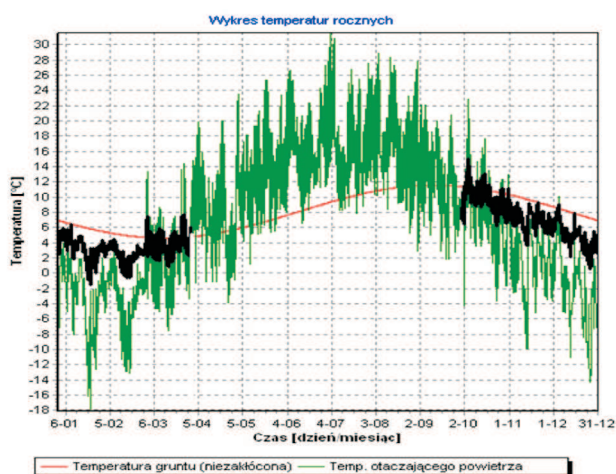
Ilość energii wyprodukowanej przez zaprojektowane instalacje obliczona została dzięki ogólnodostępnym programom komputerowym. Program „Kolektorek v1.0” umożliwia samodzielne zaprojektowanie instalacji solarnej do podgrzewania ciepłej wody użytkowej, „Wiatrak v1.1” pozwala zanalizować warunki pracy przydomowej elektrowni wiatrowej oraz „AKWADUKT thermo” pozwala zwymiarować przepływowe wymienniki ciepła. Symulacja komputerowa pozwoliła na dokładną analizę funkcjonowania zaproponowanych rozwiązań instalacyjnych wykorzystujących niekonwencjonalne źródła energii.

Programy te pozwalają obliczyć możliwe do uzyskania zyski energetyczne zaprojektowanych instalacji. Wyboru rodzaju instalacji dokonano na podstawie wyników symulacji przeprowadzonej w oparciu o wymienione wyżej programy komputerowe oraz dane uzyskane od producentów systemów pobierających energię z niekonwencjonalnych źródeł. W pracy wstępnie zapoznano się z warunkami możliwości wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii dla danego budynku (warunki atmosferyczne, uwarunkowania terenu, na którym można by zainstalować dany system). Następnie wybierano te, które byłyby najbardziej efektywne pod względem ekonomicznym w stosunku do zysków energetycznych dla poszczególnych gospodarstw domowych. Wraz z opisem zaprojektowanej instalacji przedstawiono prawdopodobne zyski energetyczne dla poszczególnych budynków jednorodzinnych. W niniejszym artykule przedstawiono rozwiązania dla dwóch z dziewięciu badanych budynków.

Analizie poddano budynek mieszkalny o konstrukcji szkieletowej, wolnostojący, niepodpiwniczony o powierzchni zabudowy 86,9 m² i powierzchni użytkowej 76,4 m². Dom ogrzewany jest przez kominek o mocy nominalnej 8 kW.

W celu poprawy komfortu termicznego oraz zmniejszenia ilości spalanej paliwa w kominku (węgiel drzewny) zaprojektowano wentylację mechaniczną z urządzeniem wstępnie podgrzewającym powietrze. Do odzysku ciepła przyjęto rekuperator RK-200-SP o wydajności 200 m³ przetłaczanego powietrza na godzinę i nominalnej sprawności 80%. Pobór mocy elektrycznej przez rekuperator wynosi 0,12 kW, a mocy grzewczej -0,8 kW.

Za pomocą programu „AKWADUKT Thermo” obliczono sezonową temperaturę dla zaprojektowanego gruntowego wymiennika ciepła przy warunkach atmosferycznych i gruntowych, w jakich znajduje się dom (III strefa klimatyczna, zwierciadło wody gruntowej na poziomie 5 m, instalacja położona w piasku suchym na głębokości 2 m). Założono wymianę powietrza w budynku na poziomie 0,8/h. Otrzymano wykres przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2. Wykres z programu komputerowego „AKWADUKT Thermo” rozkładu sezonowych temperatur dla zaprojektowanego gruntowego wymiennika ciepła [opr. Autora]

Fig. 2. Graph from the computer program „Akwadukt Thermo”, showing a distribution of seasonal temperatures for the designed ground heat exchanger [by author]

Symulacja komputerowa pokazuje, że w okresie największych mrozów temperatura na wymienniku osiągnie -1,5°C, a w sezonie grzewczym będzie się ona zbliżać do temperatury gruntu na założonej głębokości. Powietrze wstępnie ogrzane w wymienniku zostanie dogrzane w rekuperatorze, a następnie przez połączenie rurowe zostanie rozprowadzone z powietrzem ogrzanym w kominku do wszystkich pomieszczeń budynku. Takie rozwiązanie, ze względu na małą energię pobieraną przez rekuperator, zwiększy efektywność grzewczą kominka. System poprawi także warunki wilgotnościowe w pomieszczeniach.

Kolejnym interesującym rozwiązaniem dogrzania tego budynku jest instalacja solarna. Dom wyposażony jest w zbiornik o pojemności 150 l z grzałką elektryczną o mocy 1,0 kW. Kolektory słoneczne zamontowane zostaną na jednej z połaci dachu (dach dwuspadowy o nachyleniu 45°) odchylonej od południowej strony świata o 10°. Parametry pojedynczego kolektora zestawiono w tab. 1.

Obliczenia sprawności dobranej instalacji solarnej sprawdzono dzięki programowi komputerowemu symulacyjnemu „Kolektorek v1.0”. Przyjęto następujące dane wyjściowe dla programu:

- zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową rzędu 4000 l/miesiąc,
- 5 kolektorów próżniowych rurowych Vitosol 300 połączonych szeregowo o łącznej powierzchni 10,7 m²,
- kolektor odchylony od poziomu o 45° (nachylenie połaci dachu) względem południa o 10°,
- zasobnik 150 l dwuwężownicowy,
- nasłonecznienie dla 50° szerokości geograficznej (Zamość).

Otrzymane wyniki przedstawiono w tab. 2.

Tab. 1. Parametry kolektora zainstalowanego w budynku [opr. Autora]

Table 1. The parameters of the collector installed in the building [by author]

Parametry kolektora Parameters of the collector	Wartości parametrów Parameter values
Linowy wskaźnik przenikania ciepła [W/m ² K]	1,28
Sprawność optyczna [%]	83,0
Jednostkowe natężenie przepływu [l/h]	40,0
Pojemność absorbenta [l]	1,2
Powierzchnia czynna absorbenta [m ²]	2,14

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że instalacja pokryje zapotrzebowanie na energię cieplną do podgrzania ciepłej wody użytkowej do 70°C dla 150-litrowego zbiornika niemal w 76% w ciągu roku. Energia z zaprojektowanej instalacji solarnej całkowicie wystarczy na podgrzanie wody w okresie od marca do czerwca. Roczna oszczędność dzięki mniejszemu zużyciu energii elektrycznej w domu wyniesie 767,6 zł (przy cenie 0,25 zł/kWh).

Analizie poddano również budynek wolnostojący, niepodpiwniczony z poddaszem użytkowym o powierzchni zabudowy 209,9 m² i powierzchni użytkowej 182,6 m². Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na energię kształtuje się na poziomie $E_v = 29,72 \text{ kWhm}^{-3}$, natomiast wartość graniczna wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na energię - $E_{v0} = 36,29 \text{ kWhm}^{-3}$. Dom ten ogrzewany jest przez dwa kotły gazowe naściennne, dwufunkcyjne o wydajności 11,0-24,0 kW, oddzielnie dla parteru i poddasza. Budynek ten mógłby posiadać kolektory słoneczne, jak również elektrownię wiatrową. Wiatrak byłby oddalony od domu o 10 m i usytuowany tak, aby średnia prędkość wiatru wynosiła 5 ms⁻¹.

Elektrownia wiatrowa zaprojektowana za pomocą programu „Wiatrak 1.1” pracowałaby dla poniższych warunków i miałyby następujące parametry:

- Prędkość wiatru 5000 m/s
- Prędkość wiatru w kole wiatrowym 3330 m/s (0,666·Prędkość wiatru)
- Prędkość wiatru za kołem wiatrowym 1665 m/s (0,333·Prędkość wiatru)
- Temperatura powietrza 15°C
- Ciśnienie powietrza 101325 Pa
- Gęstość powietrza 1226 kg/m³
- Liczba łopat wirnika 3
- Średnica zewnętrzna 4000 m
- Średnica wewnętrzna 0,800 m
- Prędkość obrotowa 119 366 obr/min
- Wyróżnik szybkoobrotowości 5000.

Zaprojektowany wiatrak miałby moc rzędu 0,31 kW, co pozwalałoby na roczny zysk energii około 2450 kWh. Zbudowanie przydomowej elektrowni wiatrowej oraz zamontowanie kolektorów dałoby zyski, które w 65% pokrywają roczne zapotrzebowanie energii na podgrzanie ciepłej wody użytkowej.

Tab. 2. Dane obliczone na podstawie programu komputerowego „kolektorek v 1.0” dla budynku nr 1 [opr. autora]
 Table 2. Data for the Building № 1 according to the computer program “kolektorek v 1.0” [by author]

Miesiąc Month	Zapotrzebowanie na energię do podgrzania C.W.U. [kWh] Demand of the energy for heating	Energia możliwa do uzyskania z kolektorów [kWh] Energy from the collectors possible to acquire	Energia możliwa do uzyskania i wykorzystania z kolektorów [kWh] Energy from the collectors possible to acquire and use	Niedobór energii [kWh] Shortage of energy	Możliwy do uzyskania [%] pokrycia solarne Solar compensation percentage, possible to acquire
styczeń	301,6	152,4	85,3	216,3	28,3
luty	301,6	217,4	127,6	174,0	42,3
marzec	301,6	492,0	333,7	0	100,0
kwiecień	301,6	736,5	346,9	0	100,0
maj	301,6	752,8	346,9	0	100,0
czerwiec	301,6	964,3	346,9	0	100,0
lipiec	301,6	976,3	346,9	0	100,0
sierpień	301,6	954,6	346,9	0	100,0
wrzesień	301,6	770,2	346,9	0	100,0
październik	301,6	450,8	271,4	30,2	90,0
listopad	301,6	157,9	88,4	213,2	29,3
grudzień	301,6	93,8	51,8	249,8	17,2
Cały sezon	3619,2	6719,0	3039,6	883,5	75,6

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy możliwości dogrzewania istniejących budynków jednorodzinnych z wykorzystaniem niekonwencjonalnych źródeł energii wyprowadzono następujące wnioski:

1. Wykorzystanie kolektorów słonecznych do celów grzewczych dla budynku jednorodzinnego, przy obecnej efektywności technologicznej paneli słonecznych, na terenie naszego kraju jest mało efektywne.
2. Przy zainstalowanej w budynku jednorodzinym wentylacji mechanicznej z wymiennikiem ciepła bardzo dobrym rozwiązaniem jest wstępne podgrzanie powietrza w wymienniku gruntowym. Zwiększa to efektywność wymiennika ciepła, a co za tym idzie obniża zapotrzebowanie energetyczne dla budynku.
3. Rozwiązaniem usprawniającym efektywność pozyskiwania energii cieplnej na potrzeby grzewcze budynku jednorodzinnego jest zastosowanie kotła o wysokiej sprawności działania; doskonałym, ekologicznym rozwiązaniem są kotły wykorzystujące spalanie biomasy.
4. Wykorzystanie energii wiatru oraz wody na potrzeby grzewcze budynku jednorodzinnego wiąże się ze znalezieniem odpowiedniego miejsca na wybudowanie przydomowej elektrowni (problem stanowi tutaj teren o powierzchni pozwalającej na zachowanie odpowiedniej odległości między wiatrakami, obszar zapewniający powtarzalność oraz siłę wiatru, jak również oczywisty wysoki koszt całej instalacji).
5. Bardzo dobrym rozwiązaniem pod względem oszczędności energetycznej jest zaprojektowanie domu pasywnie wykorzystującego energię słoneczną.

Literatura

- [1] Ciśliński J., Michlewicz J.: Niekonwencjonalne źródła energii. WPG, Gdańsk, 1996.
- [2] Chochowski A., Czekalski D.: Słoneczne instalacje grzewcze. COIB, Warszawa, 1999.
- [3] Głuski F.: Silnik Wiatrowy. SAM, Warszawa, 1964.
- [4] Koczyk H., Antoniewicz B.: Nowoczesne wyposażenie techniczne domu jednorodzinne. PWRiL, Poznań, 2004.
- [5] Laskowski L.: Systemy biernego ogrzewania słonecznego. PAN, Warszawa, 1993.
- [6] Paturi F.R.: Kronika techniki. Kronika Warszawska, 1992.
- [7] Rubik M.: Pompy ciepła. OITiWB, Warszawa, 1999.
- [8] Rylewski E.: Energia własna. Tinta, Warszawa, 2002.
- [9] Szlachta J. [red.]: Niekonwencjonalne źródła energii. AR, Wrocław, 1999.
- [10] Tymiński J.: Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2030 roku. IBMER, Warszawa, 1997.
- [11] Strategia rozwoju energetyki odnawialnej (realizacja obowiązku wynikającego z Rezolucji Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 lipca 1999 r. w sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych). Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2000.
- [12] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, którym powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 75, poz. 690).
- [13] Dyrektywa 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych.
- [14] <http://www.biomasa.org>
- [15] <http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl>
- [16] <http://www.certyfikat-energetyczny.pl>
- [17] <http://www.mojaenergia.pl>
- [18] <http://www.centropol.pl>
- [19] <http://www.rekulpulatory.pl>

THE APPLICATION OF NON-CONVENTIONAL ENERGY SOURCES IN SINGLE-FAMILY HOUSING

Summary

The paper presents an analysis of the possibilities of warming-up of single-family houses from the point of view of the use of unconventional energy sources. The modern dwelling houses localized in various parts of our country, submitted to the theoretical analysis of the possibility of warming, were the subject of field studies. The quantity of the energy produced by the designed installation was calculated with the use of the computer programs: „Kolektorek v 1.0”, „wiatrak v 1.1”, „Akwadukt thermo”.