

Lucyna CICHY\*

## Wykorzystanie kolektorów słonecznych i biomasy w Polsce w świetle wyników badań własnych

**STRESZCZENIE.** Niniejszy artykuł prezentuje wyniki badań przeprowadzonych w zakresie wykorzystania kolektorów słonecznych oraz biomasy w celach energetycznych. Badanie przeprowadzono metodą kwestionariuszową na przełomie drugiego i trzeciego kwartału 2011 r., na grupie polskich przedsiębiorstw produkujących, montujących i sprzedających kolektory słoneczne oraz przedsiębiorstw produkujących, dystrybuujących i sprzedających biomasę nie przetworzoną oraz przetworzoną, a także sprzedających urządzenia (linie produkcyjne) do produkcji brykietów i peletów, kotłownie na biomasę itp. W badaniu poruszono m.in. takie kwestie jak: zainteresowanie klientów wykorzystaniem kolektorów słonecznych i biomasy, rodzaje kupowanej biomasy, pochodzenie biomasy, przyczyny stosowania tych źródeł energii, możliwości integracji wykorzystania ww. odnawialnych źródeł z innymi źródłami energii itp.

**SŁOWA KLUCZOWE:** kolektory słoneczne, biomasa, odnawialne źródła energii

### Wprowadzenie

Obecny poziom rozwoju gospodarczego wielu krajów koncentruje się na działaniach prowadzących do racjonalizacji gospodarki zasobami energetycznymi, zmniejszenia ener-

---

\* Dr inż. – Katedra Ochrony Środowiska, Wydział Nauk Społecznych i Technicznych, Śląska Wyższa Szkoła Zarządzania im. gen. Jerzego Ziętka w Katowicach; e-mail: l.cichy@swsz.katowice.pl

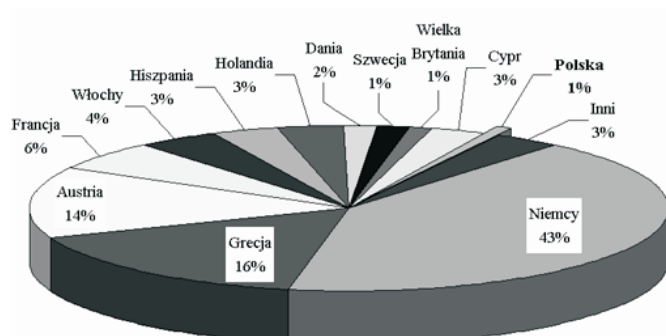
gochłonności, a także wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Istotą artykułu jest analiza wybranych kwestii związanych z wykorzystaniem dwóch rodzajów odnawialnych źródeł energii: energii słonecznej (kolektorów słonecznych) oraz biomasy. Celem jaki przyświeca temu artykułowi jest wskazanie m.in.: czy rynki związane z ww. rodzajami energii rozwijają się, jakie podmioty na nich występują oraz jakie są powody, dla których wykorzystywane są wspomniane odnawialne źródła.

## 1. Wykorzystanie kolektorów słonecznych oraz biomasy w Polsce w odniesieniu do innych krajów Unii Europejskiej

Rozwój gospodarczy każdego kraju związany jest z większym lub mniejszym zapotrzebowaniem na energię. Powodować to może m.in. zmniejszanie się konwencjonalnych zasobów surowców energetycznych oraz wytwarzanie zanieczyszczeń powodujących niekorzystne zmiany w środowisku. Chcąc przeciwdziałać tym dwóm niepożądanym zjawiskom podjęto się realizacji działań, mających na celu zmniejszenie energochłonności gospodarek (Malko 2009). Powyższy cel można osiągnąć poprzez podjęcie działań w zakresie modernizacji i budowy nowych jednostek wytwórczych energii oraz infrastruktury szeroko pojętej energetyki, a także zwiększenia efektywności energetycznej i wykorzystania energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych (Ney 2009). Prognozuje się, iż dokonujący się postęp techniczny spowoduje szybki wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii (Soliński, Gawlik 2012).

W 2006 roku produkcja energii elektrycznej w Polsce wyniosła ogółem ponad 160 tys. GW·h, w tym z odnawialnych źródeł energii – około 70 GW·h, co stanowiło 0,04% w całkowitym bilansie energetycznym. Podając za europejskim centrum informacyjnym EurObserv'ER, całkowita powierzchnia kolektorów słonecznych zainstalowanych w Polsce do końca 2006 r. wynosiła około 164 tys. m<sup>2</sup>, co odpowiadało 114,7 MW<sub>t</sub> zainstalowanej mocy cieplnej (w przeliczeniu na 1000 mieszkańców wielkość ta wynosiła 3,0 MW<sub>t</sub>). Analizując procentowy bilans wielkości zamontowanych kolektorów słonecznych w roku 2006 w 25-krajach Unii Europejskiej (UE), można zauważyć dużą dysproporcję pomiędzy państwami o zbliżonych warunkach klimatycznych, np. Polską a Niemcami. Obrazuje ją rysunek 1 (Głuszek, Magiera 2008).

W kolejnych latach nastąpił rozwój wykorzystania kolektorów słonecznych. W 2009 r. powierzchnia zainstalowanych kolektorów w Polsce wynosiła już ponad 509 tys. m<sup>2</sup>, co odpowiadało 357 MW<sub>t</sub>, natomiast w 2010 r. powierzchnia ta wzrosła do ponad 655 tys. m<sup>2</sup>, co odpowiadało 459 MW<sub>t</sub>. Wskazane powyżej dysproporcje (pomiędzy Polską a Niemcami) pogłębiły się. W 2009 r. powierzchnia zainstalowanych kolektorów w Niemczech wynosiła 12 909 tys. m<sup>2</sup>, co odpowiadało 9 036 MW<sub>t</sub>, natomiast w 2010 r. – 14 044 tys. m<sup>2</sup>, co odpowiadało 9 831 MW<sub>t</sub>. Liczba zamontowanych kolektorów była największa spośród 27 krajów UE (EurObserv'ER 2011).



Rys. 1. Procentowa wielkość zamontowanych kolektorów słonecznych w 25-krajach UE w roku 2006

Fig. 1. Proportional size of thermal solar collectors installed in the European Union in 2006

W przypadku krajowego rynku biomasy również można zaobserwować dynamiczny rozwój. W największym stopniu przyczynia się do tego rosnące zapotrzebowanie dużych ciepłowni i elektrociepłowni na spalanie lub współspalanie tego surowca. To właśnie dzięki wykorzystaniu biomasy, Polska wywiązuje się z zobowiązań ekologicznych w ramach porozumień unijnych oraz spełnia wymogi pakietu klimatyczno-energetycznego (3x20). Istotnym czynnikiem aktywizującym rynek biomasy jest fakt, iż jest ona wykorzystywana w gospodarstwach domowych jako alternatywa dla paliw kopalnych. Konwencjonalne kotły spalające węgiel oraz drewno mogą być stosowane bez żadnych modyfikacji do spalania tego ekologicznego paliwa (choć kotły przeznaczone wyłącznie do spalania biomasy pozwalają na osiągnięcie lepszych efektów spalania samej biomasy). Rosnące ceny paliw konwencjonalnych oraz wzrost świadomości ekologicznej społeczeństwa przyczyniają się do wzrostu popytu na biomasę ze strony elektrowni i elektrociepłowni, ale i również dynamicznego rozwoju rynku detalicznego (Bojar, Żarski 2012).

Jak podaje literatura, zużycie ciepła pochodzącego ze spalania biomasy stalej w ostatnich latach wzrosło. I tak np. w 2009 roku wynosiło ono dla Polski 4,121 Mtoe, natomiast w 2010 już 4,551 Mtoe. Dla porównania we Francji, która znajduje się na pierwszym miejscu pod tym względem, ilość zużytego ciepła wynosiła odpowiednio 9,019 Mtoe oraz 9,965 Mtoe (EurObserv'ER 2011).

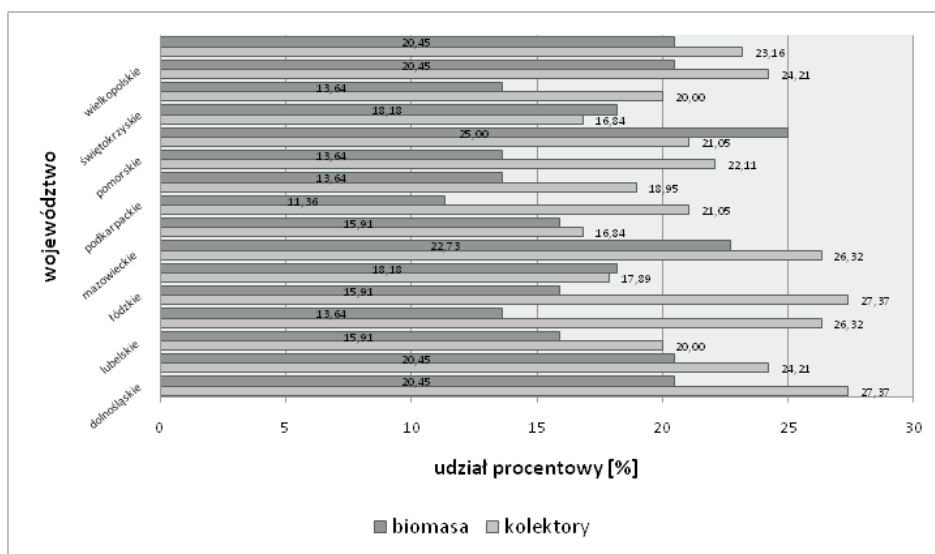
Dalsza część artykułu związana będzie z prezentacją wyników badań dotyczących wykorzystania kolektorów słonecznych i biomasy w Polsce.

## 2. Metoda, zakres badań oraz charakterystyka grupy badawczej

Dla realizacji badań posłużono się kwestionariuszami ankiet, umożliwiającymi dokonanie sondażu diagnostycznego i poznanie opinii badanych respondentów w obszarze

wykorzystania kolektorów słonecznych i biomasy stałej. Kwestionariusze składały się z 19. (kolektory słoneczne) i 25. (biomasa) pytań. Zostały one rozesłane w formie e-mailowej do 972 respondentów z całej Polski (486 respondentów związanych z energetyką słoneczną i 486 z biomasą), średnio do 30 respondentów w każdym województwie (kwestionariusz wysłano do danego przedsiębiorstwa jednokrotnie, nawet w przypadku, gdy funkcjonuje ono na terenie wielu województw). Respondentami były przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją, montażem i sprzedażą kolektorów słonecznych oraz przedsiębiorstwa trudniące się produkcją, sprzedażą oraz dystrybucją biomasy (nieprzetworzonej i przetworzonej), sprzedawcy urządzeń (linii produkcyjnych) do produkcji brykietów i peletów, sprzedający kotłownie oraz ciepłownie na biomasę. Ankietowani zostali wytypowani na podstawie dostępnych w sieci własnych stron internetowych. Ankieta dotycząca wykorzystania kolektorów słonecznych przeprowadzono na przełomie kwietnia i maja, natomiast biomasy – sierpnia i września 2011 r. Odpowiedzi, w postaci kompletnie wypełnionej ankiety, otrzymano od 139 respondentów (95 – kolektory słoneczne, 44 – biomasa). Wymieniona liczba ankietowanych stanowiła grupę badawczą, której odpowiedzi podlegały dalszej analizie.

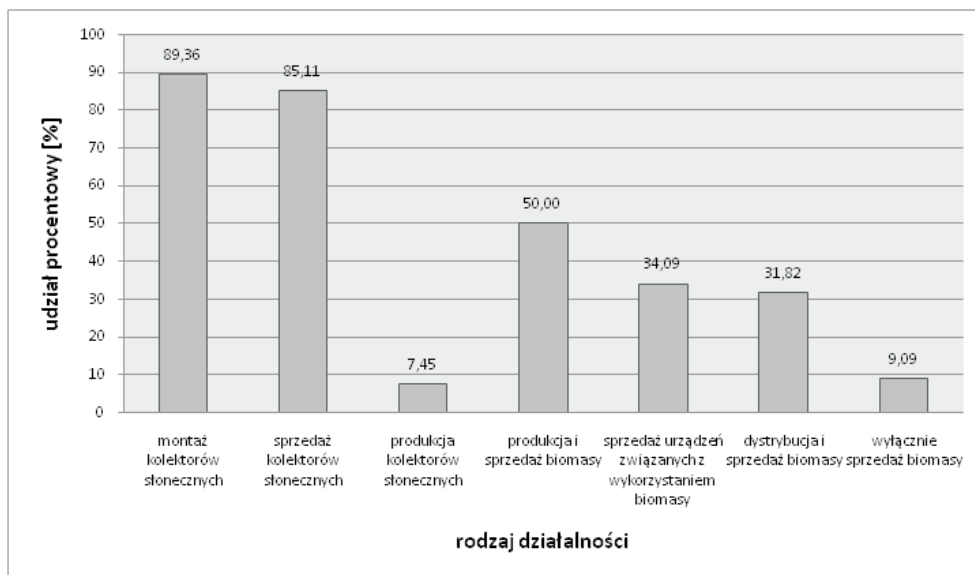
W przypadku kolektorów słonecznych najwięcej odpowiedzi uzyskano od respondentów z województw dolnośląskiego i łódzkiego (27,37%), natomiast dla biomasy – województwa śląskiego (25,00%). Dokładnie charakterystykę opisanego zagadnienia prezentuje rysunek 2.



Rys. 2. Liczebność uzyskanych odpowiedzi z uwzględnieniem podziału na poszczególne województwa

Fig. 2. The number of responses with regard to the breakdown by province

Strukturę badanych respondentów tworzą głównie przedsiębiorcy zajmujący się: montażem kolektorów słonecznych (89,36%), sprzedażą kolektorów słonecznych (85,11%), a także przedsiębiorcy zajmujący się produkcją i sprzedażą biomasy (50,00%), dystrybucją i sprzedażą biomasy (31,82%) oraz sprzedażą urządzeń związanych z wykorzystaniem biomasy (34,09%). Graficznie obrazuje to rysunek 3.



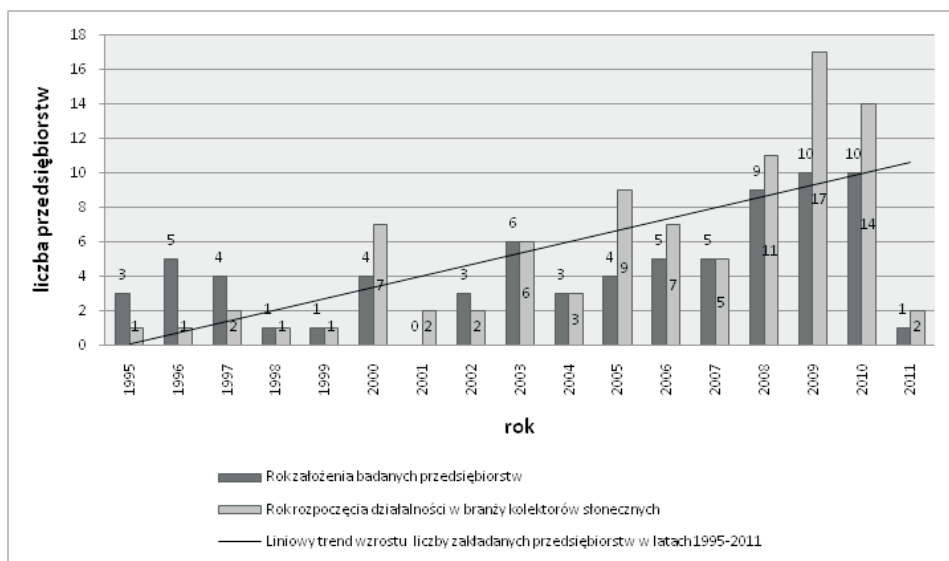
Rys. 3. Struktura badanych respondentów

Fig. 3. Structure of the survey respondents

Respondentami uczestniczącymi w badaniu byli mikro-, mali, średni i „duzi” przedsiębiorcy (powyższego podziału dokonano opierając się na Ustawie o swobodzie działalności gospodarczej (Ustawa z dnia 2 lipca 2004 o swobodzie działalności gospodarczej (Dz.U. Nr 173 poz. 1807)). Skoncentrowano się jednak wyłącznie na kryterium dotyczącym liczby zatrudnionych pracowników (mikroprzedsiębiorca – zatrudnienie do 10 osób, mały przedsiębiorca – od 11 do 50 osób, średni – od 51 do 250. Pozostali, określane zwykle jako „duzi” – powyżej 250 osób). Wyniki badań prezentują w największym stopniu opinie osób kwalifikujących się do grupy mikroprzedsiębiorców. Zarówno w przypadku kolektorów słonecznych jak i biomasy, grupa ta była najliczniejsza i stanowiła odpowiednio 81,05% oraz 70,45% respondentów.

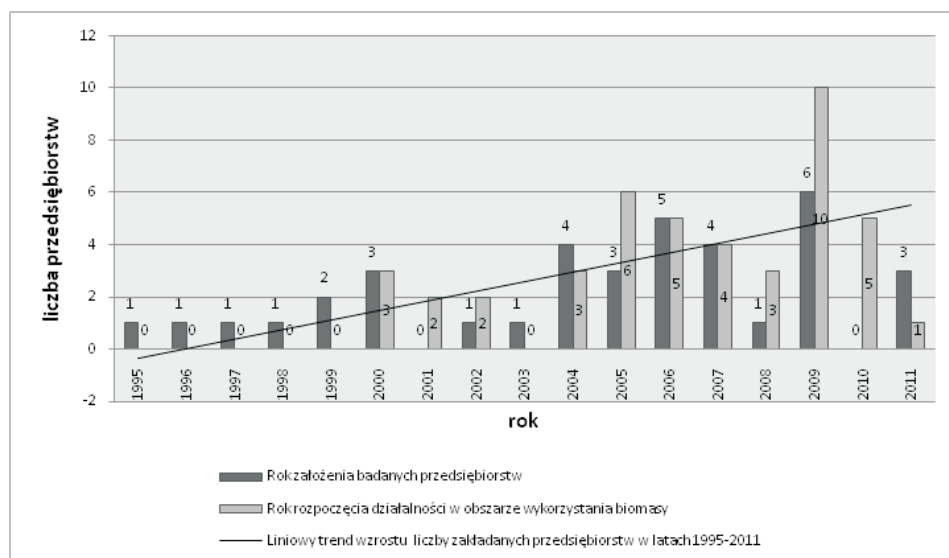
### 3. Omówienie wyników badań własnych

Analiza danych pozwala na zaprezentowanie stwierdzenia, że zarówno w przypadku kolektorów słonecznych jak i biomasy, początek wyraźnego wykorzystania wyżej wymienionych odnawialnych źródeł w celach energetycznych przypada na rok 2000. Od tego czasu można odnotować powolnie rosnący trend związany z ich wykorzystaniem (rys. 4, rys. 5). Jest on bardziej widoczny, w przypadku badanej grupy respondentów, dla kolektorów słonecznych niż biomasy.



Rys. 4. Rok założenia badanych przedsiębiorstw oraz rozpoczęcia działalności w obszarze kolektorów słonecznych

Fig. 4. Established in the enterprises and to start activities in the area of solar collectors



Rys. 5. Rok założenia badanych przedsiębiorstw oraz rozpoczęcia działalności w obszarze wykorzystania biomasy

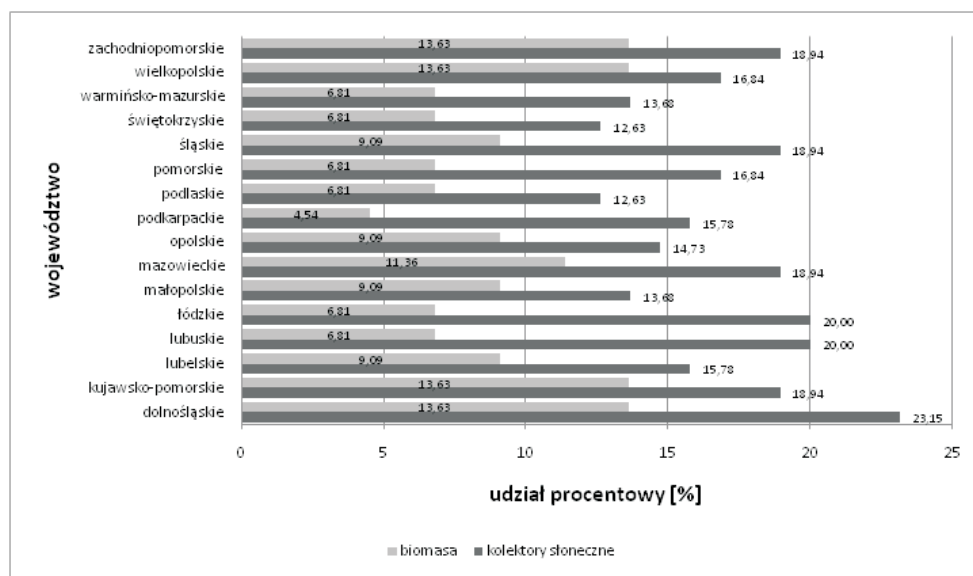
Fig. 5. Established in the enterprises and start-up in the area of biomass

Analiza danych wskazuje, że firmy, zajmujące się wykorzystywaniem omawianych odnawialnych źródeł energii, istniały już od długiego okresu czasu (najdłużej od 1900 r.)

i dostosowywały profil swojej działalności do potrzeb rynku. Było to odpowiednio: 55,79% przedsiębiorców w przypadku kolektorów oraz 68,18% w przypadku biomasy. Dodac należy, iż 44,21% obecnych firm zajmujących się kolektorami słonecznymi powstało wyłącznie po to, aby funkcjonować w tej branży. W przypadku biomasy było to 31,82%.

Ankietowani obydwu grup potwierdzają wyraźny wzrost zainteresowania wykorzystania poszczególnych odnawialnych źródeł energii. I tak 70,54% respondentów odnotowało wyraźny wzrost produkcji/montażu/sprzedaży kolektorów słonecznych w 2010 r. Natomiast dla 72,72% respondentów widoczny był wzrost wykorzystania biomasy (urządzeń związanych z jej wykorzystaniem np. kotłowni, linii produkcyjnych do produkcji brykietu, peletu), który miał miejsce w 2009 r. i nasilił się w 2010 r.

Opisywany wzrost zainteresowania kolektorami słonecznymi nastąpił w miarę równomiernie we wszystkich analizowanych województwach (rys. 6), przy czym największy miał miejsce w województwie dolnośląskim (23,15%), a najmniejszy w podlaskim i świętokrzyskim (12,63%). W przypadku wykorzystania biomasy wzrost ten w największym stopniu miał miejsce w zachodniej części Polski, w województwach: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, wielkopolskim oraz zachodnio-pomorskim (13,63%), a najmniejszy w województwie podkarpackim (4,54%). Jak można zauważyć wzrost zainteresowania wykorzystaniem kolektorów słonecznych był zdecydowanie większy niż biomasy.



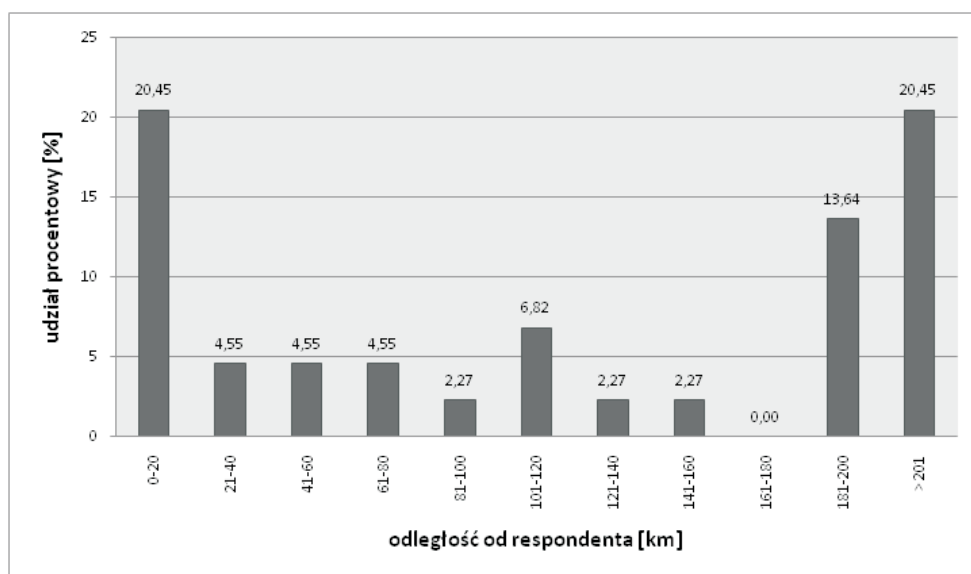
Rys. 6. Wzrost zainteresowania wykorzystaniem kolektorów słonecznych oraz biomasy w Polsce z uwzględnieniem podziału na województwa

Fig. 6. The increased interest in using solar collectors and biomass in Poland with the division into provinces

W przypadku wykorzystania kolektorów słonecznych, ankietowani deklarują, iż w największym stopniu ich klienci zainteresowani są kupnem wyłącznie płaskich kolektorów słonecznych (41,05%), przy czym 36,84% respondentów stwierdza, że wspomniane za-

interesowanie koncentruje się zarówno wokół kolektorów płaskich jak i próżniowych, a tylko 22,11% z nich wyraziło opinię, że ich klienci nabywają głównie kolektory rurowo-próżniowe. Wśród najczęściej kupowanych kolektorów słonecznych wyróżnić można marki zarówno polskich jak i zagranicznych producentów. Są nimi następujące firmy: Aparel Łeczyca, Bachus, Biawar, Buderus, Ecojura, Gavia, Geres-Asco, Heliosin, Hewalex, Kospel, Neon, Polska Ekologia, Sunex, Sunti, Watt oraz Apricus, Nibe-Biawar, Pro Eco, Schüco, Solar-Pro, Solar-Tech, Solektor GmbH, Sonnenkraft, Stiebel-Eltron, Thermo/Solar, Viessmann. Respondenci nie wskazują jednej marki, którą preferowaliby z jakiś szczególnych powodów.

W przypadku biomasy, wyniki badań wskazują, iż dla celów energetycznych największe znaczenie odgrywa biomasa nieprzetworzona w postaci: drewna (20,45%), trocin (18,18%) oraz zrębków drzewnych (15,91%), ale i również przetworzona: brykiety (36,36%) i pelety (36,36%). Biomasa wykorzystywana przez respondentów pochodzi głównie z Polski. Aczkolwiek zdarzają się i sporadyczne przypadki – w województwach: mazowieckim, małopolskim, śląskim, wielkopolskim i zachodniopomorskim – gdzie sprowadza się biomasa z zagranicy m.in. Ukrainy, Białorusi, USA (20,45%). Jak wykazują wyniki badań, biomasa pochodzenia krajowego sprowadzana jest w największym stopniu z terenów znajdujących się do 20 km od ankietowanych przedsiębiorstw (20,45%). Charakterystykę odległości, z których sprowadzana jest biomasa prezentuje rysunek 7.



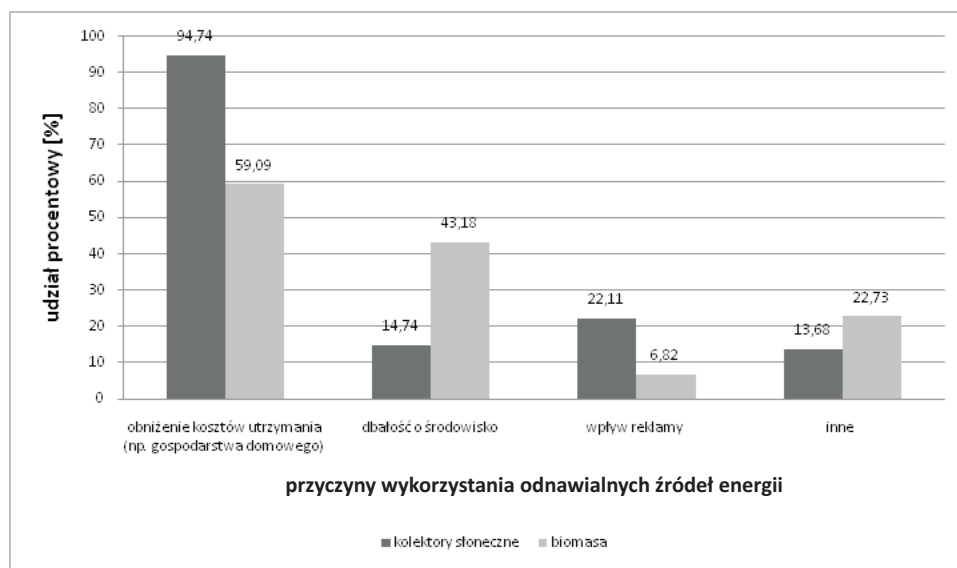
Rys. 7. Odległości z jakich sprowadzana jest biomasa

Fig. 7. The distance from which the biomass is sourced

Jak wskazują wyniki, klienci badanych respondentów wykorzystują posiadane kolektory słoneczne głównie w celu obniżenia kosztów utrzymania gospodarstwa domowego (94,74%). Często ich działania podejmowane są pod wpływem reklamy (22,11%). Dbałość



o środowisko nie ma dla nich specjalnego znaczenia (14,74%). Zainteresowanie biomasą, podobnie jak kolektorami słonecznymi, w pierwszej kolejności powodowane jest jej wykorzystaniem w celu obniżenia kosztów utrzymania gospodarstwa (59,09%), w dalszej kolejności ze względu na ochronę środowiska (14,74%) i w niewielkim stopniu w wyniku wpływu reklamy (6,82%) – rys. 8.

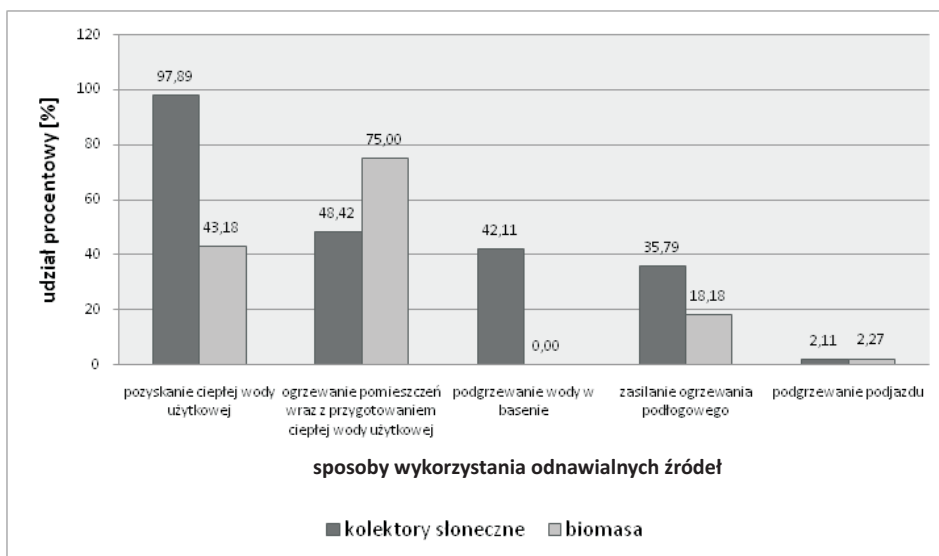


Rys. 8. Przyczyny wykorzystania kolektorów słonecznych oraz biomasy

Fig. 8. The reasons for the use of solar collectors and biomass

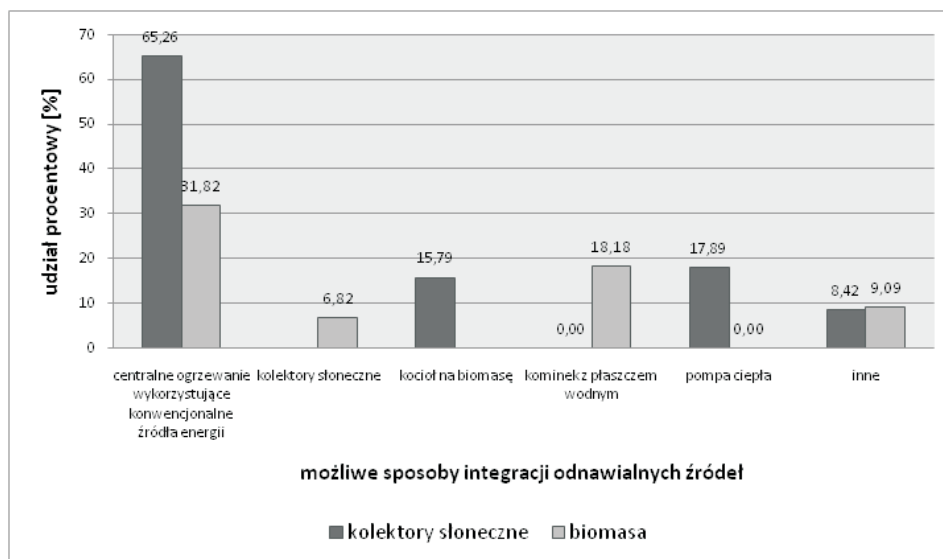
Instalowane kolektory słoneczne w największym stopniu służą pozyskaniu ciepłej wody użytkowej (97,89%), biomasa wykorzystywana jest w tym celu tylko przez 43,18% respondentów. Natomiast w przypadku ogrzewania pomieszczeń, zdecydowanie pierwszoplanową rolę odgrywa biomasa (75,00%) – odmiennie do wykorzystania energii słonecznej (48,42%). Kolektory słoneczne wykorzystywane są również w znacznym stopniu do podgrzewania wody w basenie (42,11%) oraz zasilania podłogowego (35,79%). Zastosowanie biomasy ma tutaj charakter znikomy (rys. 9).

Instalacje służące wykorzystaniu kolektorów słonecznych oraz biomasy, stwarzają możliwość ich integracji z innymi odnawialnymi źródłami. Najczęściej kolektory słoneczne oraz instalacje służące wykorzystaniu biomasy łączone są z centralnym ogrzewaniem, wykorzystującym konwencjonalne źródła energii (odpowiednio 65,26% oraz 31,82%). W opinii badanych kolektory integrowane są z kotłami na biomasę w 6,82% (odpowiedzi przedsiębiorców zajmujących się produkcją, montażem i sprzedażą kolektorów słonecznych). Znacznie więcej, bo aż 15,79% kotłów na biomasę współdziała z kolektorami słonecznymi (odpowiedzi przedsiębiorców zajmujących się produkcją, sprzedażą oraz dystrybucją biomasy). Kotły na biomasę integruje się również z kominkami z płaszczem wodnym (18,18%), natomiast kolektory słoneczne z pompami ciepła (17,89%) – rys. 10.



Rys. 9. Przykłady wykorzystania kolektorów słonecznych oraz biomasy

Fig. 9. Examples of the use of solar collectors and biomass



Rys. 10. Integracja wykorzystania kolektorów słonecznych i biomasy z innymi instalacjami

Fig. 10. Integrating the use of solar collectors and biomass from other installations

Nadal wykorzystanie energii promieniowania słonecznego oraz energii pochodzącej z konwersji biomasy to domena osób indywidualnych (97,89% kolektory słoneczne; 70,45% biomasa). Przedsiębiorstwa użyteczności publicznej (np. szkoły, szpitale) wykorzystują je w niewielkim stopniu (33,68% kolektory słoneczne; 38,64% biomasa).

## Podsumowanie

Reasumując zaprezentowane wyniki badań, obrazujące głównie opinie mikroprzedsiębiorców mających związek z wykorzystaniem energii słonecznej oraz biomasy, należy stwierdzić, iż w latach 2009–2010 nastąpił wzrost zainteresowania tymi nośnikami energii. Wyniki badań wskazują, że dotychczas funkcjonujące firmy zmieniały profil swojej działalności, dostosowując go do aktualnych potrzeb rynku. Tworzone są również firmy zajmujące się wyłącznie wykorzystaniem wyżej wymienionych źródeł energii. Dla powyższych nośników energii cieplnej większy wzrost zainteresowania odnotowano w przypadku kolektorów słonecznych. Największy stopień zainteresowania kolektorami słonecznymi miał miejsce w województwie dolnośląskim. Klienci badanych respondentów zainteresowani są głównie wykorzystaniem kolektorów płaskich, ale i rurowo-próżniowych, zarówno produkcji polskiej jak i zagranicznej. Jeśli chodzi o wykorzystanie biomasy to respondenci zainteresowani są biomasą nieprzetworzoną (drewno, trociny, zrębki drzewne) jak i przetworzoną (brykiety, pelety). Biomasa sprowadzana jest z odległości do 20 km, ale i z Ukrainy, Białorusi oraz USA. Analizowane odnawialne źródła energii wykorzystywane są w celu obniżenia kosztów utrzymania gospodarstwa domowego. W dalszej kolejności ze względu na ochronę środowiska i w wyniku wpływu reklamy. Stosowane kolektory słoneczne służą głównie pozyskaniu ciepłej wody użytkowej, natomiast biomasa – ogrzewaniu pomieszczeń. Inne przeznaczenie tych źródeł, tj. podgrzewanie wody w basenie, zasilanie ogrzewania podłogowego, czy podgrzewanie podjazdu, znajdują zdecydowanie mniejsze zastosowanie. Analizowane odnawialne źródła energii integrowane są z innymi instalacjami, mającymi na celu pozyskanie ciepła. Kolektory słoneczne integrowane są z centralnym ogrzewaniem bazującym na konwencjonalnych nośnikach energii, kotłami na biomasę oraz pompami ciepła. Natomiast instalacje służące wykorzystaniu biomasy, w największym stopniu współpracują z centralnym ogrzewaniem, wykorzystującym nieodnawialne nośniki energii oraz kominkiem z płaszczem wodnym. Omawiane odnawialne źródła energii wykorzystywane są głównie przez osoby indywidualne.

## Literatura

- BOJAR W., ŻARSKI W., 2012 – Zastosowanie modelu kalkulacji różnicowych do usprawnienia procesu produkcji brykiety opałowego z agrobiomasy. [W:] Zarządzanie Przedsiębiorstwem, Nr 1, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole 2012, s. 13.
- EurObserv'ER, 2011 – The state of renewable energies in Europe.  
<http://www.energies-renouvelables.org/> [Data wejścia: 25.04.2012].
- ĞŁUSZEK A., MAGIERA J., 2008 – Możliwości konwersji energii słonecznej do energii cieplnej w warunkach polskich. Polityka energetyczna t. 11, z. 2, s. 42.
- MALKO J., 2009 – Uwarunkowania polskiej polityki energetycznej. Polityka energetyczna t. 12, z. 2/2, s. 388.

- NEY R., 2009 – Niektóre uwarunkowania polskiej polityki energetycznej. *Polityka energetyczna* t. 12, z. 2/1, s. 13.
- SOLIŃSKI J., GAWLIK L., 2012 – Rys historyczny, rozwój i stan obecny światowego i polskiego sektora energii. *Energetyka* nr 3, s. 143.

Lucyna CICHY

## The use of solar collectors and biomass in Poland in the light of our results

### Abstract

This paper presents results of research concerning use of solar collectors and biomass for energy production. The study was prepared based on a questionnaire, issued in the second and third quarter of 2011. The target group consisted of Polish companies producing, assembling and selling solar panels and the companies producing, distributing and selling biomass (processed and processed) as well as companies selling equipment for the production of briquettes and pellets, biomass boilers, etc.

Presented results of the research (based mainly on opinions of micro-companies), showed increased interest in above mentioned energy carriers in Poland in 2009–2010, especially in case of solar collectors. The greatest interest showed companies in Lower Silesia voivodeship. Customers of surveyed companies showed interested in flat plate collectors, but also vacuum tube collectors, produced in Poland and abroad. Respondents are interested in unprocessed biomass (wood, sawdust, wood chips) and processed (briquettes, pellets). Biomass is taken mainly from up to 20 km, but also from Ukraine, Belarus and the USA. Analysed energy sources are chose mainly to reduce the cost of the household, to protect the environment and under influence of advertisements. Collectors are used to produce hot water. Biomass – for home heating. Other applications of these source, like heating water in a swimming-pool, underfloor heating, heating of the driveway – are far less relevant. Analysed energy sources are often integrated with other installations. Solar collectors operate together with central heating systems based on conventional energy sources, biomass boilers and heat pumps. Installations using biomass are often use in central heating systems and fireplaces with a water jacket. These energy sources are used mainly by individuals.

KEY WORDS: solar collectors, biomass, renewable energy sources