

OCENA ZRÓŻNICOWANIA UDZIAŁU LOKALNYCH ŹRÓDEŁ BIOMASY W ZASPOKOJENIU POTRZEB CIEPLNYCH NA OBSZARACH WIEJSKICH WOJEWÓDZTWA ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

Streszczenie

Przeprowadzono analizę zużycia ciepła i potencjału energetycznego biomasy w poszczególnych powiatach województwa świętokrzyskiego. Popyt na ciepło na obszarach wiejskich województwa kształtuje się na poziomie ok. 20 PJ-rok⁻¹, zaś potencjał techniczny biomasy, która może być wykorzystana na cele energetyczne wynosi 5,2 PJ-rok⁻¹. Na tej podstawie szacuje się, że udział biomasy w pokryciu potrzeb cieplnych na terenie województwa może wynieść 33%. Najwyższy udział biomasy w zaspokojeniu potrzeb cieplnych występuje w powiatach kazimierskim i włoszczowskim, najniższy zaś w powiatach sandomierskim i kieleckim.

Słowa kluczowe: ogrzewanie, zużycie energii końcowej, potencjał techniczny biomasy, klasyfikacja rozmyta

Wprowadzenie

Zgodnie z Ustawą z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne Ministerstwo Gospodarki opracowało dokument „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku”, przyjęty przez Radę Ministrów dnia 10.11.2009 r., w którym została przedstawiona strategia państwa, mająca na celu odpowiedź na najważniejsze wyzwania stojące przed polską energetyką zarówno w perspektywie krótkoterminowej, jak i w perspektywie do 2030 roku. W ramach zobowiązań ekologicznych Unia Europejska wyznaczyła na 2020 rok cele ilościowe, tzw. „3x20%”, tj.: zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do 1990 roku, zmniejszenie zużycia energii o 20% w porównaniu z prognozami dla UE na 2020 r., zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii do 20% całkowitego zużycia energii w UE. Ustawa Prawo energetyczne [14] ustanawia samorząd terytorialny głównym planistą i organizatorem w tym zakresie, a więc odpowiada on również za wdrożenie celów polityki energetycznej UE, natomiast ustawa o samorządzie terytorialnym [13] określa zadania własne władz lokalnych, do których zalicza się m.in. zaopatrzenie w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. W ramach planowania energetycznego jednostki samorządu terytorialnego mają określić między innymi wielkość potrzeb energetycznych i możliwości ich zaspokojenia, zwłaszcza przy wykorzystaniu lokalnych, w tym niekonwencjonalnych i odnawialnych, źródeł energii. Jednym z kluczowych elementów w planowaniu energetycznym jest określenie zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków w danym regionie [11]. Pokrycie potrzeb energetycznych sektora komunalno-bytowego, który obejmuje swym zasięgiem m.in. sektor budownictwa mieszkaniowego, infrastrukturę społeczną, ekonomiczną, a także potrzeby energetyczne gospodarstw rolnych, jest jednym z podstawowych działów energetyki. Zużycie energii w tym sektorze stanowi około 45% całkowitych potrzeb energetycznych Unii Europejskiej [1]. W Polsce w tzw. sektorze komunalno-bytowym zużywa się obecnie około 42% pozyskiwanej w kraju energii pierwotnej, z czego ponad 80% przypada na ogrzewanie budynków i przygotowanie ciepłej wody użytkowej [10, 12]. Nie mniej ważnym elementem planu zaopatrzenia w energię

jest określenie potencjału odnawialnych źródeł energii na danym obszarze. Spośród wszystkich rodzajów źródeł energii odnawialnej, największy potencjał techniczny, a więc możliwy do szybkiego wykorzystania, występuje w biomase, a w szczególności w biomase surowców energetycznych pierwotnych, tj. w drewnie, słomie, sianie i roślinach energetycznych [6]. Cechą charakterystyczną obszarów wiejskich jest rozproszenie zabudowy i jej rozległość terytorialna. Podobną cechą można scharakteryzować surowiec energetyczny jakim jest biomasa - i w tym przypadku występuje przestrzenne rozproszenie miejsc pochodzenia surowca. Dlatego przy sporządzaniu planów zaopatrzenia w energię w danym regionie konieczne jest przeanalizowanie stopnia pokrycia potrzeb cieplnych odbiorców przez wykorzystanie lokalnych źródeł biomasy, a także jego zróżnicowanie przestrzenne, aby móc zagwarantować systematyczną dostawę surowca do odbiorców ciepła.

Cel pracy

Celem pracy była analiza zróżnicowania w zaspokojeniu popytu na ciepło przy wykorzystaniu lokalnego potencjału technicznego biomasy na terenach wiejskich województwa świętokrzyskiego.

Dla potrzeb realizacji celu pracy, dla poszczególnych gmin wchodzących w skład powiatów województwa, określono zużycie energii końcowej na cele grzewcze oraz potencjał energetyczny drewna, nadwyżek słomy, siana oraz roślin pochodzących z upraw energetycznych. Powiaty pogrupowano ze względu na udział biomasy w pokryciu zapotrzebowania na ciepło.

Wyniki badań i ich analiza

Obliczenia zużycia energii końcowej na cele grzewcze wykonano dla 173 gmin wiejskich i obszarów wiejskich gmin miejsko-wiejskich zgrupowanych w trzynastu powiatach województwa. Zgodnie z metodyką szacowania zużycia energii na obszarach wiejskich zaprezentowaną w pracy [12], bazując na danych statystycznych dla jednostek samorządu

Tab. 1. Zużycie energii końcowej w powiatach województwa świętokrzyskiego w 2018 roku
Table 1. Final energy consumption in districts of the Świętokrzyskie province in 2018

Wyszczególnienie	Sektor mieszkaniowy	Sektor użyteczności publicznej	Sektor upraw pod osłonami	Razem w powiecie
Powiat	PJ-rok ⁻¹	PJ-rok ⁻¹	PJ-rok ⁻¹	PJ-rok ⁻¹
buski	1,571	0,094	0,02	1,685
jędrzejowski	1,603	0,088	0,031	1,722
kazimierski	0,704	0,05	0,011	0,765
kielecki	5,301	0,591	0,062	5,954
konecki	1,228	0,089	0,001	1,318
opatowski	1,176	0,082	0,002	1,26
ostrowiecki	0,929	0,039	0,049	1,017
pińczowski	0,741	0,039	0,019	0,799
sandomierski	1,522	0,119	0,21	1,851
skarżyski	0,593	0,062	0,018	0,673
starachowicki	1,02	0,084	0,039	1,143
staszowski	1,217	0,084	0,031	1,332
włoszczowski	1,034	0,091	0,009	1,134
Województwo świętokrzyskie	18,639	1,512	0,502	20,653

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

terytorialnego zawartych w „banku danych lokalnych” Głównego Urzędu Statystycznego [3], obiekty znajdujące się na obszarze gmin podzielono trzy sektory, tj.: mieszkaniowy, użyteczności publicznej oraz upraw pod osłonami. Obliczenia wykonano w oparciu o dane statystyczne dla 2018 roku, aktualizując wcześniejsze wyniki zaprezentowane w pracy [8]. Wyniki obliczeń zestawiono w tab. 1.

Na analizowanych terenach wiejskich województwa świętokrzyskiego popyt na ciepło jest bardzo zróżnicowany i waha się od 0,673 PJ-rok⁻¹ w powiecie skarżyskim do 5,954 PJ-rok⁻¹ w powiecie kieleckim. Średnie zużycie energii końcowej wynosi 1,58 PJ-rok⁻¹ przy współczynniku zmienności tego zapotrzebowania wynoszącym 82%. Całkowite zużycie ciepła obszarach wiejskich województwa wynosi 20,65 PJ-rok⁻¹. Największym konsumentem energii jest sektor mieszkaniowy, którego udział w całkowitym zużyciu energii wynosi 90%.

Potencjał techniczny biomasy stałej możliwy do wykorzystania na cele energetyczne obliczono zgodnie z metodyką zaprezentowaną w pracach [6, 7]. Obliczenia wykonano dla biomasy drzewnej (z lasów, sadów, przemysłu drzewnego oraz

zadrzewień), słomy i siana oraz roślin z plantacji energetycznych. Potencjał techniczny biomasy (wyrażony w jednostkach energetycznych) z podziałem na poszczególne powiaty zestawiono w tab. 2.

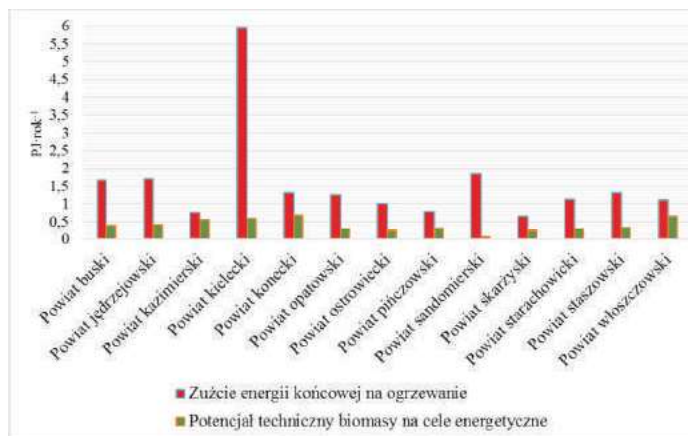
Ilość biomasy możliwej do wykorzystania na cele energetyczne w poszczególnych powiatach waha się od 0,06 PJ-rok⁻¹ w powiecie sandomierskim do 0,699 PJ-rok⁻¹ w powiecie koneckim. Potencjał techniczny biomasy stałej możliwy do wykorzystania energetycznego wynosi 5,18 PJ-rok⁻¹. Wartość średnia dla poszczególnych powiatów wynosi 0,39 PJ-rok⁻¹ przy współczynniku zmienności ok. 46%.

Po obliczeniu wielkości zużycia energii końcowej i potencjału technicznego biomasy w poszczególnych powiatach województwa można było określić stopień pokrycia potrzeb ciepłych przez wykorzystanie lokalnych zasobów biomasy, co przedstawiono na rys. 1. Stopień pokrycia potrzeb ciepłych jest bardzo zróżnicowany i waha się od ok. 3,2% w powiecie sandomierskim do ok. 72% w powiecie kazimierskim. Wartość średnia współczynnika dla 13 powiatów województwa wynosi ok. 32,7% przy współczynniku zmienności 59%.

Tab. 2. Potencjał techniczny biomasy stałej w powiatach województwa świętokrzyskiego
Table 2. Technical potential of solid biomass in districts of the Świętokrzyskie province

Wyszczególnienie	Drewno na cele energetyczne	Słoma do wykorzystania na cele energetyczne	Siano do wykorzystania na cele energetyczne	Biomasa z wieloletnich roślin energetycznych	Razem w powiecie
Powiat	PJ-rok ⁻¹	PJ-rok ⁻¹	PJ-rok ⁻¹	PJ-rok ⁻¹	PJ-rok ⁻¹
buski	0	0,11	0,1	0,18	0,390
jędrzejowski	0,052	0,27	0,075	0,03	0,427
kazimierski	0	0,06	0,04	0,45	0,550
kielecki	0,134	0,135	0,23	0,1	0,599
konecki	0,1697	0,04	0,11	0,38	0,699
opatowski	0	0,12	0,03	0,155	0,305
ostrowiecki	0,106	0,052	0,025	0,08	0,263
pińczowski	0,033	0,08	0,055	0,15	0,318
sandomierski	0,001	0,003	0,03	0,026	0,060
skarżyski	0,094	0,01	0,025	0,125	0,254
starachowicki	0,047	0,051	0,035	0,17	0,303
staszowski	0,064	0,107	0,075	0,09	0,336
włoszczowski	0,048	0,081	0,08	0,47	0,679
Województwo świętokrzyskie	0,7477	1,119	0,91	2,406	5,183

Źródło: opracowanie własne / Source: own study



Źródło: opracowanie własne/Source: own study

Rys. 1. Zużycie ciepła i potencjał techniczny biomasy na cele energetyczne w powiatach województwa świętokrzyskiego

Fig. 1. Heat consumption and technical potential of biomass for energy purposes in the districts of the Świętokrzyskie province

Zróżnicowanie popytu na ciepło, a także możliwości jego zaspokojenia przez energetyczne wykorzystanie biomasy badano grupując powiaty przy wykorzystaniu elementów teorii zbiorów rozmytych [2, 4, 5, 9].

Zagadnienie klasyfikacji rozmytej można sformułować następująco [4]:

Dany jest zbiór Ω liczący n obiektów: P_1, P_2, \dots, P_n , które są opisane przez wartości m zmiennych:

X_1, X_2, \dots, X_m .

Na zbiorze Ω należy tak określić rodzinę klas rozmytych S_1, S_2, \dots, S_k ($1 < k < n$), aby spełnione były warunki:

$$0 \leq f_{sj}(Pi) \leq 1, \quad (i=1, \dots, n; j=1, \dots, k), \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^k f_{sj}(Pi) = 1, \quad (i=1, \dots, n), \quad (2)$$

gdzie: $f_{sj}(Pi)$ oznacza stopień przynależności obiektu P_i do klasy S_j .

W klasyfikacji rozmytej obiekt należy do różnych klas z różnymi stopniami przynależności. Obiekty, dla których stopnie przynależności do tej samej klasy są duże - są bardzo podobne, natomiast obiekty, dla których stopnie przynależności do różnych klas są duże - są mało podobne.

W pracy zastosowano metodę iteracyjną, wykorzystując pojęcie rozmytego środka ciężkości [5, 9] tworząc trzy klasy rozmyte S_1, S_2, S_3 , w których skupiono powiaty o małym, średnim i dużym udziale biomasy w pokryciu zapotrzebowania na ciepło. Zastosowanie klasyfikacji rozmytej przy grupowaniu powiatów pod względem zaspokojenia potrzeb cieplnych przez energetyczne wykorzystanie biomasy dało możliwość uzyskania szerszych informacji o poszczególnych klasach, dzięki analizie zróżnicowania stopni przynależności obiektów do poszczególnych klas. Wyniki obliczeń, w których określono stopnie przynależności obiektów do klas rozmytych zestawiono w tab. 3.

Do klasy S_3 należy pięć powiatów, tj.: kazimierski, włoszczowski, skarżyski, konecki i pińczowski, w których udział biomasy w zaspokojeniu potrzeb cieplnych jest największy w województwie. Istotny stopień przynależności do tej klasy ma jeszcze powiat starachowicki. W klasie S_2 najwyższym stopniem przynależności charakteryzują się powiaty ostrowiecki, starachowicki, jędrzejowski, opatowski, staszowski i buski. Dwa powiaty w województwie przynależą do klasy S_1 , a są nimi powiat sandomierski i kielecki. Istotny

Tab. 3. Stopnie przynależności obiektów do klas rozmytych*
Table 3. Grades of membership of objects to fuzzy clusters*

Powiat	Stopień przynależności do klasy		
	S1	S2	S3
buski	0,153	0,847	0
jędrzejowski	0,048	0,952	0
kazimierski	0	0,018	0,982
kielecki	0,945	0,055	0
konecki	0	0,028	0,972
opatowski	0,057	0,943	0
ostrowiecki	0,033	0,967	0
pińczowski	0	0,035	0,965
sandomierski	0,998	0,002	0
skarżyski	0	0,032	0,968
starachowicki	0	0,968	0,032
staszowski	0,061	0,939	0
włoszczowski	0	0,012	0,988

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

*za istotny stopień przynależności do klasy przyjęto wartość co najmniej 0,3

*The essential grade of membership to the cluster is a magnitude at least 0,3

stopień przynależności do tej klasy mają powiaty ostrowiecki i jędrzejowski. Blisko 40% powiatów ma znaczące stopnie przynależności do dwóch klas.

Wnioski

- Zużycie energii końcowej na ogrzewanie na terenach wiejskich jest bardzo zróżnicowane i waha się od 0,673 PJ-rok⁻¹ w powiecie skarżyskim do 5,954 PJ-rok⁻¹ w powiecie kieleckim. Całkowite zużycie ciepła obszarach wiejskich województwa wynosi 20,65 PJ-rok⁻¹.
- Potencjał techniczny biomasy możliwej do wykorzystania na cele energetyczne w poszczególnych powiatach zawiera się w przedziale od 0,06 PJ-rok⁻¹ w powiecie sandomierskim do 0,699 PJ-rok⁻¹ w powiecie koneckim. Potencjał techniczny biomasy stałej możliwy do wykorzystania energetycznego wynosi 5,18 PJ-rok⁻¹.
- Stopień pokrycia potrzeb cieplnych z wykorzystaniem lokalnych źródeł biomasy w zależności od powiatu wynosi od 3% do 71%. Średnia dla 13 powiatów województwa to ok. 33%.
- Najwyższy udział biomasy w zaspokojeniu potrzeb cieplnych występuje w powiatach kazimierskim, włoszczowskim oraz koneckim, najniższy zaś w powiatach sandomierskim i kieleckim.

Bibliografia

- [1] Ballarini E., Corrado A.: Application of energy rating methods to the existing building stock. Analysis of some residential buildings in Turin. Energy and Buildings, 2009, 41(7), 790-800.
- [2] Chocjan J.: Zbiory rozmyte i ich zastosowanie. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice, 2001.
- [3] Główny Urząd Statystyczny. Bank danych lokalnych. <http://stat.gov.pl/bdl/> [dostęp: 09.09.2014].
- [4] Jaruga K.: Zbiory rozmyte w zagadnieniu klasyfikacji. Przegląd statystyczny, 1984, 3-4, 237-250.
- [5] Jefmański B.: Rozmyte metody klasyfikacji w analizie segmentów rynkowych na przykładzie rynku motoryzacyjnego. Stat Soft Polska, 2009. <http://www.statsoft.pl/czytelnia.html> [dostęp: 15.09.2014].
- [6] Kowalczyk-Juśko A.: Metodyka szacowania regionalnych zasobów biomasy na cele energetyczne. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej, 2010, 85, 103-117.
- [7] Osiak J., Dwórnik M.: Potencjał odnawialnych źródeł energii w Regionie i możliwości ich wykorzystania. CASE-Doradcy sp.

z o.o. www.kregiewe.it.kielce.pl/wp-content/uploads-2013/03/CASE-Doradcy.pdf.

- [8] Szul T.: Zużycie nośników energetycznych w gminach wiejskich województwa świętokrzyskiego. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2008, Vol. 53(1), 44-46.
- [9] Trojanowska M.: Analiza zróżnicowania potencjału energetycznego biomasy z wykorzystaniem teorii zbiorów rozmytych. *Acta Scientiarum Polonorum. Technica Agraria*, 2003, 2(2), 47-52.
- [10] Trojanowska M., Szul T.: Determination of heat demand in rural communes. *TEKA Komisji Energetyki Rolnictwa OL PAN*, 8a, Lublin, 2008, 180-187.
- [11] Trojanowska M., Szul T.: Techniczna i gospodarcza analiza oraz prognozowanie nakładów energetycznych na ogrzewanie budynków mieszkalnych na terenach wiejskich. *Acta Scientiarum Polonorum. Technica Agraria*, 2003, (2), 69-77.
- [12] Trojanowska M., Szul T.: Modelling of energy demand for heating buildings, heating tap water and cooking in rural households. *TEKA Komisja Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa, Lublin*, 2006, Vol. V, 49-53.
- [13] Ustawa o samorządzie terytorialnym z dnia 8 marca 1990 r. Dz.U. nr 131990 poz. 74, nr 18/1990 poz. 94.
- [14] Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. Dz.U. nr 54/1997, z późn. zm.

EVALUATION OF DIFFERENTIATION OF LOCAL SOURCES OF BIOMASS IN THE TO COVER THE NEEDS OF HEATING IN RURAL AREAS OF THE ŚWIĘTOKRZYSKIE PROVINCE

Summary

The analysis of heat consumption and energy potential of biomass in particular poviats of the Świętokrzyskie Province was carried out. The demand for heat in the rural areas of the voivodship is around 20 PJ, while the biomass technical potential that can be used for energy purposes is 5.2 PJ. On this basis, it is estimated that the share of biomass in the coverage of thermal needs in the province may amount to 25%. The highest share of biomass in satisfying thermal needs occurs in the districts of Kazimierza and Włoszczowa, and the lowest in the districts of Sandomierz and Kielce.

Keywords: heating, final energy consumption, biomass technical potential, fuzzy classification



NAPĘDY HYDROSTATYCZNE W MASZYNACH ROLNICZYCH

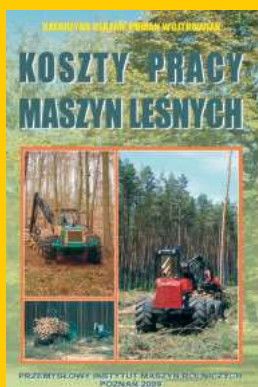
Książka adresowana jest do studentów uczelni rolniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawiera wybrane zagadnienia z mechaniki płynów i właściwości cieczy roboczych, opis budowy oraz działania poszczególnych maszyn hydraulicznych. Ponadto przedstawia przykładowe urządzenia hydrauliczne w wybranych maszynach rolniczych, a także diagnostykę układów hydraulicznych.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych

60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31

tel. +48 61 87 12 200; fax + 48 61 879 32 62;

e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>



KOSZTY PRACY MASZYN LEŚNYCH

Książka adresowana jest przede wszystkim do prywatnych przedsiębiorców Leśnych, Służb Leśnych i pracowników technicznych w Nadleśnictwach, Dyrekcjach Regionalnych oraz Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i ma na celu przedstawienie sposobu wyliczenia kosztów usług maszynowych wykonywanych w lasach.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych

60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31

tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;

e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>