

## ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I MOŻLIWOŚCI JEGO POKRYCIA POPRAZ SPALANIE BIOMASY NA PODKARPACIU

Małgorzata Trojanowska, Tomasz Szul  
*Katedra Energetyki Rolniczej, Akademia Rolnicza w Krakowie*

**Streszczenie.** Rozpoznano i oszacowano wielkość zapotrzebowania na ciepło oraz lokalny potencjał energetyczny słomy, drewna i upraw energetycznych na terenach wiejskich województwa podkarpackiego. Dla każdego z powiatów województwa wyznaczono wskaźniki jednostkowego zapotrzebowania na ciepło oraz wskaźniki opisujące możliwości pokrycia tego zapotrzebowania poprzez spalanie lokalnych nadwyżek słomy oraz drewna. Ze względu na wartości tych wskaźników powiaty pogrupowano, co pozwoliło m. in. określić rejony województwa, w których budowa instalacji do spalania biopaliw jest najbardziej opłacalna i gdzie możliwości zaspokojenia potrzeb cieplnych mieszkańców przy wykorzystaniu lokalnych źródeł energii są największe.

**Słowa kluczowe:** zapotrzebowanie na ciepło, biomasa

### Wprowadzenie

Ustawa *Prawo energetyczne* [Dz.U. 2003] nakłada na samorządy lokalne obowiązek planowania energetycznego, a w szczególności sporządzania projektów założeń do planów zaopatrzenia w ciepło. Takie opracowania powinny zawierać nie tylko przewidywane wartości zapotrzebowania na ciepło, ale określać możliwości jego zaspokojenia, w tym przy wykorzystaniu lokalnych odnawialnych źródeł energii.

Spośród wszystkich rodzajów źródeł energii odnawialnej w Polsce, największy potencjał możliwy do szybkiego wykorzystania występuje w biomasie, a w szczególności w biomasie surowców energetycznych pierwotnych tj. w słomie, drewnie i roślinach energetycznych.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy było rozpoznanie i oszacowanie zapotrzebowania na ciepło na terenach wiejskich Podkarpacia oraz możliwości jego pokrycia poprzez wykorzystanie lokalnego potencjału energetycznego słomy, drewna i roślin energetycznych.

Obliczenia przeprowadzono dla poszczególnych powiatów województwa podkarpackiego, które następnie pogrupowano ze względu na wartość rozpoznawanych wielkości.

## Metodyka obliczeń zapotrzebowania na ciepło i potencjału energetycznego biomasy

Roczne zużycie energii cieplnej na terenach wiejskich województwa oszacowano w oparciu o modele opisujące zużycie tej energii we wszystkich obiektach wiejskich, a obejmujące zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania obiektów, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz posiłków [Szul 2005, Trojanowska, Szul 2006, 2006a]. W modelach potrzeby cieplne są funkcjami zmiennych istotnie skorelowanych ze zużyciem ciepła, a dostępnych w zestawieniach statystycznych jednostek terytorialnych. Należą do nich liczba mieszkańców, liczba gospodarstw i ich struktura ze względu na liczbę zamieszkałych osób, liczba budynków i rok ich budowy, powierzchnia mieszkalna, powierzchnia obiektów infrastrukturalnych, powierzchnia i rodzaj upraw pod osłonami. Przy obliczeniach energii możliwej do pozyskania ze słomy przyjęto, że z produkcji słomy na cele energetyczne można przeznaczyć jej nadwyżkę w wysokości 25% ogólnej ilości [Stelmachowski 2001]. Wyznaczając roczne zasoby energii zawartej w drewnie uwzględniono drewno odpadowe możliwe do pozyskania z lasów, zadrzewień i sadów oraz odpady z przemysłu drzewnego. Założono przy tym za Gawrońską [1998], że drewno odpadowe z lasów stanowi 22% drewna użytkowego, z czego przemysł drzewny wykorzystuje 56%, zaś odpady z przemysłu drzewnego to w 17 procentach zrżyny i opoły, a w 12 procentach trociny. Jako dodatkowe źródło energii przyjęto uprawy biomasy drzewnej, a w szczególności wierzby energetycznej, zakładając obsadzenie nią 15% odłogów i ugorów.

Wartości poszczególnych wielkości ustalono w oparciu o wyniki Spisu Powszechnego, Spisu Rolnego oraz badania własne.

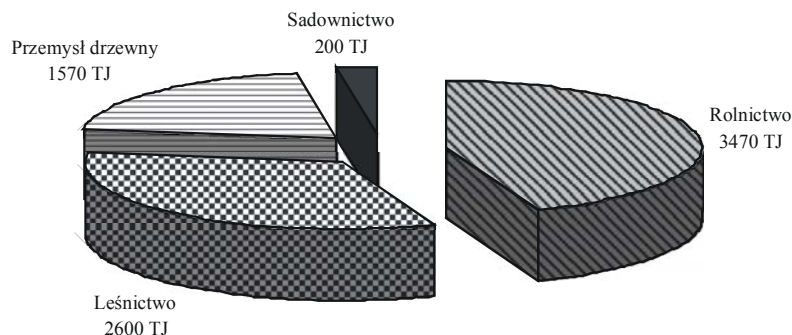
## Wyniki badań

Roczne zapotrzebowanie na ciepło na terenach wiejskich Podkarpacia kształtuje się na poziomie 33,2 PJ. W przeliczeniu na jednostkę powierzchni daje to  $1,9 \text{ PJ}\cdot\text{km}^{-2}$ , przy współczynniku zmienności tego wskaźnika wynoszącym 40%. Znacznie mniejszą zmienność, bo tylko 6 procentową wykazuje zapotrzebowanie na ciepło przeliczone na tysiąc mieszkańców, a jego wartość średnia wynosi ok. 26 TJ. Czwartą część tych potrzeb można byłoby zaspokoić produkując ciepło w oparciu o bezpośrednie spalanie lokalnych zasobów słomy i drewna. Potencjał techniczny tych biopaliw nadający się do wykorzystania w roku na cele energetyczne szacuje się bowiem w województwie podkarpackim na 7,8 PJ. Jego strukturę przedstawia rysunek 1.

Poprzez założenie upraw masy drzewnej tylko na 15 procentach odłogów i ugorów, można by ten potencjał jeszcze podwoić.

Roczny potencjał energetyczny odpadów drzewnych wynosi ok. 4,4 TJ i w całości wykorzystywany jest przez mieszkańców do celów grzewczych. Liczbę gospodarstw wiejskich opalanych tylko samym drewnem ocenia się na Podkarpaciu na 4–7% ogólnej ich liczby. Do ogrzewania wykorzystywane są zwykle stare, tradycyjne piece rusztowe. Nowoczesnych instalacji kotłowych na biomasę jest niewiele. Szacuje się, że w województwie podkarpackim ich liczba sięga dwudziestu, a moce eksploatowanych kotłowni wahają się od 0,5 do 8 MW.

## Zapotrzebowanie na ciepło...



Rys. 1. Potencjał techniczny słomy i drewna w województwie podkarpackim  
 Fig. 1. Technical potential for straw and wood in Podkarpackie Voivodeship

Dla potrzeb realizacji celu pracy, dla każdego z powiatów województwa podkarpackiego (z wyłączeniem miast) wyznaczono wskaźniki jednostkowego zapotrzebowania na ciepło oraz wskaźniki opisujące możliwości pokrycia tego zapotrzebowania poprzez spalanie lokalnych nadwyżek słomy oraz drewna, liczone jako stosunek potencjału energetycznego biopaliw do wielkości zużywanego ciepła. Przy czym przy obliczaniu potencjału energetycznego drewna wydzielono potencjał występujący w wierzbie energetycznej.

Następnie grupowano powiaty ze względu na wartości tych wskaźników. Ponieważ początkowo wydawało się niemożliwe jednoznaczne sklasyfikowanie każdego z powiatów, w pierwszej kolejności utworzono ich klasyfikację rozmytą. Okazało się jednak, że granice pomiędzy stworzonymi klasami są ostre i do oceny zróżnicowania potrzeb cieplnych i potencjału biomasy na obszarach poszczególnych powiatów wystarczy klasyczna metoda grupowania. Do klasycznych metod grupowania, zastosowanych w pracy, należą metoda aglomeracji i metoda k-środków, których implementacje zawiera jeden z modułów programu Statistica [StatSoft 1995]. Dla każdej z metod uzyskano takie same wyniki grupowania, które przedstawiono na rysunku 2 i w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości średnie zapotrzebowania na ciepło oraz możliwości jego zaspokojenia poprzez spalanie słomy i drewna dla poszczególnych skupień powiatów

Table 1. Average values of heat demand and potential to satisfy it by straw and wood combustion for individual concentrations of administrative districts

Wskaźnik	$X_1$ [TJ·km <sup>2</sup> ]	$X_2$ [%]	$X_3$ [%]	$X_4$ [%]
Skupienie 1	0,65	2	55	15
Skupienie 2	1,35	12	25	26
Skupienie 3	2,53	11	8	16
Średnio dla województwa	2,07	10	13	18

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych Spisu Powszechnego, Spisu Rolnego i badań własnych

gdzie:  $X_1$  – jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło,

$X_2$  – potencjał energetyczny słomy odniesiony do zapotrzebowania na ciepło,

$X_3$  – potencjał energetyczny odpadów drzewnych z lasów, przemysłu drzewnego i sadów odniesiony do zapotrzebowania na ciepło,

$X_4$  – potencjału energetyczny wierzby z upraw energetycznych odniesiony do zapotrzebowania na ciepło.



Rys. 2. Wyniki analizy skupień powiatów województwa podkarpackiego  
 Fig. 2. The results of analysis on concentrations of administrative districts in Podkarpackie Voivodeship

### Podsumowanie

Na terenach wiejskich województwa podkarpackiego obserwuje się stosunkowo niewielkie zróżnicowanie zapotrzebowania na ciepło i możliwości pokrycia tego zapotrzebowania przy wykorzystaniu lokalnych zasobów biomasy. Na przeważającym obszarze województwa (15 powiatów należących do skupienia 3) zapotrzebowanie na ciepło poprzez spalanie lokalnych zasobów zarówno drewna jak i słomy można byłoby zaspokoić jedynie w niespełna dwudziestu procentach. Najkorzystniejsze warunki pod tym względem istnieją na terenach województw leskiego i bieszczadzkiego (skupienie 1), gdzie występuje najmniejsze jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło, a największe możliwości jego lokalnego zaspokojenia, głównie poprzez spalanie odpadów drzewnych. Na uwagę, przy planowaniu instalacji kotłowych opalanych biomasą, zasługują również powiaty zgrupowane w skupieniu 2 (powiaty kolbuszowski, lubaczowski, nizański, sanocki, stalowowski), zwłaszcza po wprowadzeniu upraw roślin energetycznych.

## Bibliografia

- Gawrońska G.** 1998. Ocena zasobów energetycznych biomasy drewna odpadowego. Seminarium „Energia odnawialna - krok w kierunku ekologii”. Wyd. PAN Kraków.
- Stelmachowski S.** 2001. Ocena zasobów energetycznych wsi polskiej. Ekopartner 10. s. 4-6.
- Szul T.** 2005. Wpływ wybranych działań racjonalizujących zużycie energii na redukcję poziomu zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego. Praca doktorska, Wydział Agrotechnologii AR Kraków.
- Trojanowska M., Szul T.** 2003. Techniczna i gospodarcza analiza oraz prognozowanie nakładów energetycznych na ogrzewanie budynków mieszkalnych na terenach wiejskich. Acta Scientiarum Polonorum. Technica Agraria 2(2). s. 69-75.
- Trojanowska M., Szul T.** 2006. Modelling of energy demand for heating buildings, heating tap water and cooking in rural households. TEKA Commission of Motorization and Power Industry Vol. VIa s. 184-190.
- Narodowy Spis Powszechny 2002. ISBN 83-7403-010-0.
- Powszechny Spis Rolny 2002. ISBN 83-88130-32-3.
- StatSoft, Inc. 1995. STATISTICA for Windows (Computer program manual). Tulsa.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne*. Dz. U. nr 153 z 1 września 2003 r., poz. 1504 z późn. zm.

## HEAT DEMAND AND POTENTIAL TO SATISFY IT BY MEANS OF BIOMASS COMBUSTION IN PODKARPACIE VOIVODESHIP

**Summary.** Completed research allowed to identify and assess the size of heat demand and local energy production potential of straw, wood and energy plant crops in rural areas of Podkarpackie Voivodeship. Unit heat demand indexes and indexes specifying potential to satisfy this demand by combustion of local straw and wood surplus were determined for each of Podkarpackie Voivodeship administrative districts (*powiat*). Administrative districts were arranged in groups depending on the values of these indexes, which among others allowed to specify Voivodeship areas, in which construction of a system for biofuel combustion is most cost-effective, and where potential to satisfy heat demand of residents using local energy sources is highest.

**Key words:** heat demand, biomass

### Adres do korespondencji:

Małgorzata Trojanowska; e-mail: trojanowska@ar.krakow.pl  
Katedra Energetyki Rolniczej  
Akademia Rolnicza w Krakowie  
ul. Balicka 116B  
31-149 Kraków